Fundamentos del diseño

Wucius Wong

Fundamentos del diseño es un volumen recopilatorio de algunos de los textos publicados por Wucius Wong. *Fundamentos del diseño bi-dimensional* (Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1979) constituye la primera parte y esboza las ideas básicas, centrándose en las formas planas y abstractas; *Fundamentos de la forma bi-dimensional* (no publicado anteriormente en castellano) constituye la segunda parte y se centra en la creación de las formas, poniendo especial énfasis en los aspectos representacionales y ampliando el vocabulario visual; *Fundamentos del diseño tri-dimensional* (Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1979 en la misma edición que *Fundamentos del diseño bi-dimensional*) constituye la tercera parte y analiza el uso de materiales planos y lineales en la realización de objetos. En un solo libro se establecen interrelaciones mucho más claras entre los tres textos ya que cada uno trata de los mismos principios del diseño pero a diferentes niveles.
Se ha incorporado todo tipo de información acerca de diseños bi- y tri-dimensionales realizados mediante los últimos conceptos del diseño gráfico por ordenador. Wong habla del equipo y del software necesarios para un diseñador y explica cómo usar el ordenador para incorporar los fundamentos del diseño tratados en el libro.
Las interrelaciones de distintas dimensiones en el diseño están ilustradas con casi 900 diagramas e ilustraciones presentadas en un amplio formato. Se han incorporado también a esta edición una introducción general, y un glosario de fácil consulta para facilitar a los lectores la comprensión de la tecnología más reciente.
Fundamentos del diseño, escrita por uno de los teóricos del diseño de mayor influencia en la actualidad, es una importante fuente de referencia de gran utilidad para diseñadores y artistas gráficos.

GG Diseño

ISBN 84-252-1643-5

Editorial Gustavo Gili, SA
08029 Barcelona. Rosselló, 87-89
Tel. 93 322 8161 - Fax 93 322 9205
e-mail: info@ggili.com
http://www.ggili.com

Wucius Wong

Fundamentos del diseño

GG® Diseño

Director de la colección
Yves Zimmermann

Título original
PRINCIPLES OF FORM AND DESIGN. Wucius Wong
Publicado originalmente por Van Nostrand Reinhold

Versión castellana de Homero Alsina Thevenet y Eugeni Rosell i Miralles

1.ª edición, 1995
2.ª edición, 1997
3.ª edición, 1998
4.ª edición, 2001

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio, sea éste eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin la previa autorización escrita por parte de la Editorial. La Editorial no se pronuncia, ni expresa ni implícitamente, respecto a la exactitud de la información contenida en este libro, razón por la cual no puede asumir ningún tipo de responsabilidad en caso de error u omisión.

© John Willey & Sons, Inc.
Todos los derechos reservados
© Traducción: Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1995
Traducción a la lengua española según acuerdo con John Willey & Sons Inc., Nueva York

Printed in Spain
ISBN: 84-252-1643-5
Depósito legal: B. 39.717-2000
Fotocomposición: TECFA - Barcelona
Impresión: Gráficas 92, SA - Rubí (Barcelona)

Editorial Gustavo Gili, SA

08029 Barcelona Rosselló, 87-89. Tel. 93 322 81 61
México, Naucalpan 53050 Valle de Bravo, 21. Tel. 560 60 11

Prefacio

Hace exactamente dos décadas que mi primer libro sobre diseño *Fundamentos del diseño bi-dimensional* fue publicado. Desde entonces he escrito tres libros más: *Fundamentos del diseño tri-dimensional* (1977), *Principios del diseño en color* (1987) y *Fundamentos de la forma bi-dimensional* publicado en 1988. Cada uno de estos libros fue concebido como un libro independiente, pero existe una terminología y un enfoque comunes que une a los distintos textos. Este hecho nos impulsó, al editor y a mí, a considerar la posibilidad de un volumen recopilatorio de todos estos textos que incluyera una introducción general y un glosario que integrara estos libros. Sin embargo, por razones de extensión y de peso, este volumen no incluye *Principios del diseño en color*. Su temática, relacionada con las teorías del color, le convierte en el candidato más apropiado para quedar al margen de los otros libros.

En un intento modesto de presentar un sistema de gramática visual operativo, *Fundamentos del diseño bi-dimensional* constituye la primera parte y esboza las ideas básicas centrándose en las formas planas y abstractas; *Fundamentos de la forma bi-dimensional* constituye la segunda parte y se concentra en la creación de las formas con especial énfasis en los aspectos representacionales y con intención de ampliar el vocabulario visual; *Fundamentos del diseño tri-dimensional* constituye la tercera parte y examina el uso de materiales planos y lineales en la construcción de objetos reales. En un solo libro se establecen interrelaciones mucho más claras entre los tres textos ya que cada uno trata de los mismos principios del diseño, pero a diferentes niveles.

Los textos, diagramas e ilustraciones de los libros anteriores se han incluido más o menos en su forma original, pero en un formato mayor. Todas las palabras esenciales en los tres libros son explicadas en el nuevo glosario que, precedido de anotaciones, también sirve como un referente útil de mi visión concreta de la gramática visual. El índice, que relaciona solamente los temas más importantes y utilizados, proporciona un acceso inmediato a distintas partes importantes del texto.

La nueva introducción general se centra en los métodos y técnicas del ordenador para ayudar a los lectores que deseen acercarse por su cuenta a las nuevas tecnologías. Mientras que las ilustraciones bi-dimensionales de los libros anteriores fueron el resultado de muchas horas de dibujo de mis antiguos alumnos, hoy en día el mismo trabajo puede realizarse con un ordenador en sólo una fracción de tiempo. El avance del *hardware* y el *software* en los últimos tiempos ha empezado a crear un cambio crucial en nuestra forma de producir, enseñar y aprender el diseño. Hoy, convertirse en un experto en ordenadores parece ser un requisito fundamental para los diseñadores.

En la preparación de este volumen recopilatorio, mi hijo Benjamin ha contribuido con muchos de los diagramas e ilustraciones y ha diseñado la cubierta (de la edición americana) así como las introducciones de capítulo. Mi mujer, Pansy, me ha ayudado en la coordinación general de los materiales y texto del libro. Estoy agradecido por su generosa ayuda a Aldus Corporation, quien ha facilitado los programas de *software* Aldus SuperPaint y Aldus FreeHand con los cuales se realizaron todos los nuevos diagramas e ilustraciones y también el programa Aldus Pagemaker que fue utilizado para la maquetación de este libro.

W.W.

Englewood Cliffs, N.J.

Índice

INTRODUCCIÓN GENERAL

Configuración básica del ordenador 14
Programas de gráficos 15
La elección de programa 18
Empezar a dibujar 19
Creación de una figura 22
Realización de una figura compuesta 26
Realización de la repetición .. 27
Realización de la radiación ... 31
Realización de una gradación 31
Producción de una semejanza 33
Estructuras activas y visibles 35
Formas figurativas 36
Imágenes tri-dimensionales .. 36
Paso al texto principal 37

DISEÑO BI-DIMENSIONAL

1. Introducción
¿Qué es el diseño? 41
El lenguaje visual 41
Interpretando el lenguaje visual 41
Elementos de diseño 42
Elementos conceptuales 42
Elementos visuales 42
Elementos de relación 43
Elementos prácticos 44
El marco de referencia 44
El plano de la imagen 44
Forma y estructura 44

2. Forma
La forma y los elementos conceptuales 45
La forma como punto 45
La forma como línea 45
La forma como plano 45
La forma como volumen 47
Formas positivas y negativas 47
La forma y la distribución del color 47
Interrelación de formas 49
Efectos espaciales en interrelaciones de formas .. 49

3. Repetición
Módulos 51
Repetición de módulos 51
Tipos de repetición 51
Variaciones en la repetición .. 51
Variaciones direccionales 53
Variaciones espaciales 53
Submódulos y supermódulos 53
El encuentro de los cuatro círculos 53
Repetición y reflexión 53
Notas sobre los ejercicios 54

4. Estructura
Estructura formal 59
Estructura semiformal 59
Estructura informal 59
Estructura inactiva 59
Estructura activa 59
Estructura invisible 61
Estructura visible 61
Estructura de repetición 61
La retícula básica 61
Variaciones de retícula básica 61
Estructuras de múltiple repetición 63
Módulos y subdivisiones estructurales 63
Repetición de posición 65
Superposición de estructuras de repetición 65
Notas sobre los ejercicios 66

5. Similitud
Similitud de módulos 69
Similitud de figura 69
Similitud y gradación 71
La estructura de similitud 71
Notas sobre los ejercicios 71

6. Gradación
Gradación de módulos 75
Gradación en el plano 75
Gradación espacial 75
Gradación en la figura 77
El camino de la gradación 77
La velocidad de la gradación 77
Modelos de gradación 79
La estructura de gradación ... 79
Gradación alternada 81
Relación de módulos y estructuras en un diseño de gradación 82
Notas sobre los ejercicios 82

7. Radiación
Características de un esquema de radiación 87
La estructura de radiación 87
La estructura centrífuga 87
La estructura concéntrica 88
La estructura centrípeta 90
Superposición de estructuras de radiación 90
Radiación y repetición 90
Radiación y gradación 90
Subdivisiones estructurales y módulos 90
Módulos en radiación 93
Módulos de tamaño mayor ... 93
Radiación irregular y distorsionada 93
Notas sobre los ejercicios 94

8. Anomalía
Anomalía entre módulos 99
Anomalía dentro de estructuras 101
Notas sobre los ejercicios 101

9. Contraste
Contraste, regularidad y anomalía 105
Contraste de elementos visuales y de relación 105
Contrastes dentro de una forma 107
La estructura de contraste 107
Dominación y énfasis 109
Notas sobre los ejercicios 109

10. Concentración
La concentración de módulos en estructuras formales 113
La estructura de concentración 114
Módulos en estructuras de concentración 114
Notas sobre los ejercicios 117

11. Textura
Textura visual 119
La fabricación de la textura visual 119
Collage 121
Textura táctil 121
Luz y color en la textura táctil 122
Notas sobre los ejercicios 123

12. Espacio
Espacio positivo y negativo .. 127
Espacio liso e ilusorio 127
Formas lisas en espacio ilusorio 127
Volumen y profundidad en el espacio ilusorio 129
Representación del plano en el espacio ilusorio 129
Espacio fluctuante y conflictivo 131
Notas sobre los ejercicios 131

FORMA BI-DIMENSIONAL

PRIMERA PARTE
ASPECTOS DE LA FORMA

La forma 138
La forma tri-dimensional 138
La forma bi-dimensional 139
Forma y figura 139
Marco de referencia 141
Forma y espacio 141
La visualización de la forma 142
Visualización mediante líneas 143
Visualización mediante superficies lisas 143
Visualización mediante líneas y superficies planas 144
Visualización mediante puntos 145
Visualización mediante textura 145
Tipos de formas 146
Formas figurativas 146
Formas naturales 147
Formas artificiales 147
Formas verbales 148
Formas abstractas 148
Tipos de figuras 149
Figuras caligráficas 149
Figuras orgánicas 150
Figuras geométricas 150

SEGUNDA PARTE
EL DISEÑO DE UNA FORMA

Diseño y forma 152
Formas simples 152
Formas múltiples 153
Formas compuestas 153
Formas unitarias 154
Formas superunitarias 154
Creación de figuras geométricas 155
Líneas rectas 155
Círculos 156
Arcos 156
Líneas rectas interrelacionadas 157
Círculos interrelacionados 158
Arcos interrelacionados 159
Rectas, círculos y arcos interrelacionados 160
Ángulos y vértices 161
Adición de planos 162
Substracción de planos 163
La interpenetración de planos 163
Multiplicación de planos 164
División de planos 165
Variación del tamaño de los planos 166
Transformación de planos 167
Planos dobles 168
Formación del volumen 168
Regularidad 169
Desviación 170
Simetría 170
Asimetría 171
Creación de figuras orgánicas 172
Curvas en C y en S 172
Figuras con vértices puntiagudos 173
Figuras con vértices redondeados 173
Unión y conexión de figuras . 174
Corte, desgarro y rotura de figuras 174
Recorte y supresión de partes de figuras 175
Figuras alabeadas y retorcidas 175
Arrugado y plegado de figuras 176
Hinchado y deshinchado de figuras 176
Metamorfosis y deformación de figuras 177
Proliferación de figuras 177
Expresión simétrica 178
Variaciones de una forma .. 179
Variación interna 179
Variación externa 180
Ampliación 180
Superposición 181
Transfiguración 181
Dislocación 182
Distorsión 182
Manipulación tri-dimensional 183
Evoluciones sucesivas 184

TERCERA PARTE
FORMAS FIGURATIVAS

Formas y temas 186
Observación de las formas naturales 186
Ramificaciones y abanicos ... 187
Espirales y ondulaciones 187
Afinidad y unidad 188
Observación de formas artificiales 188
Los materiales y la unión de las piezas 189
Plantas, alzados y perspectivas 189
Composiciones independientes 190
Creación de formas simples . 190
Creación de formas múltiples 192

Creación de formas compuestas 196
Composiciones con repetición 198
Continuidad en dos sentidos 198
Continuidad en cuatro sentidos 199
Continuidad en seis sentidos 202
Desarrollo y variaciones de la estructura de repetición 203
Composiciones con radiación 207
Radiación completa y segmentada 207
Giro y traslación 208
Giro y reflexión 209
Giro y dilatación 209
Intercepción de líneas estructurales activas 210
Composiciones con gradación 212
Gradación de figura 212
Gradación de tamaño 213
Gradación de posición 213
Gradación de dirección 214
Gradación de proporción 215
Composiciones con semejanza 216
Semejanza y repetición 218
Semejanza y radiación 218
Semejanza y gradación 219
Composición con concentración 219
Puntos de concentración 220
Concentración lineal 221
Concentración superficial 222
Composiciones con contraste 223
Contraste de apariencia 223
Contraste de colocación 226
Contraste de cantidad 228
Composiciones con anomalía 230
Anomalía de figura 230
Anomalía de tamaño 231
Anomalía de color 232
Anomalía de textura 232
Anomalía de posición y dirección 233

DISEÑO TRI-DIMENSIONAL

1. Introducción
El mundo bi-dimensional 237
El mundo tri-dimensional 237
El diseño bi-dimensional 238
El diseño tri-dimensional 238
Las tres direcciones primarias 239
Las tres perspectivas básicas 240
Elementos del diseño tri-dimensional 241
Elementos conceptuales 241
Elementos visuales 242
Elementos de relación 244
Elementos constructivos 245
Forma y estructura 246
Módulos 246
Repetición y gradación 246

2. Planos seriados
Planos seriados 247
Disección de un cubo 248
Variaciones posicionales 249
Variaciones de dirección 250
Técnicas de construcción 251

3. Estructuras de pared
Cubo, columna y pared 259
Células espaciales y módulos 260
Variaciones posicionales de los módulos 261
Variaciones de dirección de los módulos 262
Módulos como planos distorsionados 263
Estructuras de pared que no permanecen planas 263
Modificaciones de las células espaciales 264

4. Prismas y cilindros
El prisma básico y sus variaciones 271
El prisma hueco 272
Tratamientos de los extremos 272
Tratamiento de los filos 273
Tratamiento de las caras 274
Unión de prismas 274
El prisma y el cilindro 276
Variaciones de un cilindro 277

5. Repetición
Repetición de módulos 284
Estructura de repetición 285
Disposición de las capas 286
Organización dentro de cada capa 287
Unión de módulos 287
Prismas cuadrados como módulos o células espaciales 288
Módulo o célula espacial en forma de L 288
Módulos en una estructura de repetición 289

6. Estructuras poliédricas
Los sólidos platónicos 295
Los sólidos de Arquímedes .. 297
Tratamiento de las caras 299
Tratamiento de los filos 299
Tratamiento de los vértices ... 300
Unión de figuras poliédricas . 300

7. Planos triangulares
Triángulos equiláteros 307
Triángulos isósceles 308
Triángulos irregulares 309
El sistema de octetos 309

8. Estructura lineal
Construcción con planos 315
Construcción con líneas 315
Uniones 316
Componentes de la estructura lineal 317
Repetición del marco lineal ... 318
Agrupación de módulos repetidos 319
Agregado y sustracción 319
Interpenetración 320

9. Capas lineales
Construcción de capas lineales 324
Variaciones y posibilidades ... 325
Gradación de figura en construcción por capas 326

10. Líneas enlazadas
Líneas enlazadas sobre un plano 333
Líneas enlazadas en el espacio 334
Materiales y construcción 336
Construcción plana para líneas enlazadas 336
Líneas entrelazadas dentro de un cubo transparente 337

Glosario 345

INTRODUCCIÓN GENERAL

Introducción general

Las formas y trazos se pueden producir espontáneamente cuando estamos experimentando con instrumentos, substratos o substancias para obtener efectos gráficos, de textura o relieve y decidir entonces nosotros sobre la marcha lo que es hermoso o atractivo, sin saber conscientemente cómo y por qué. Podemos incorporar sentimientos y emociones durante el proceso, dando por resultado un tipo de expresión artística que refleja nuestra personalidad en forma de nuestros gustos e inclinaciones. Éste es el enfoque intuitivo de la creación visual.

Por el contrario, podemos tener un conocimiento previo a partir de los problemas concretos con los que nos tenemos que enfrentar. Cuando definimos los objetivos y los límites, analizamos las situaciones, consideramos todas las opciones disponibles, escogemos los elementos para sintetizarlos y tratamos de llegar a las soluciones más apropiadas, éste es el enfoque intelectual. Requiere una reflexión sistemática con un alto grado de objetividad, aunque en todas las decisiones visuales debe estar presente la respuesta personal a la belleza, la armonía y el interés, así como nuestra apreciación de las mismas.

Obviamente, en un intento de clasificar y articular los principios, he destacado el enfoque intelectual. Los principios se refieren a las relaciones y estructuras específicas de los elementos, formas y figuras. Parecería que predomina una cierta tendencia hacia la regularidad, ya que la regularidad de las relaciones y estructuras invariablemente tiene una base matemática y pude describirse con mayor exactitud. Con frecuencia, la regularidad se convierte en un punto de partida, del que, no obstante, se pueden buscar las posibilidades de transformación, modificación y desviación totales o parciales.

Visualizar cualquier diseño basado en la regularidad utilizando instrumentos y métodos tradicionales a menudo es una tarea laboriosa. Después de esbozar las ideas, utilizamos reglas y probablemente también compases para construir formas y estructuras, dibujar los perfiles con una pluma y llenar las zonas libres con un pincel. Esto puede requerir un tiempo y un esfuerzo conside-

rables que puede que no siempre den resultados satisfactorios. Si hay que hacer cambios, el proceso se puede tener que repetir una y otra vez. Gran parte del trabajo es mecánico y penoso y representa una frustración considerable para un diseñador principiante, que tiene que batallar con todas las meticulosas técnicas de acabado.

La llegada del ordenador no sólo ha revolucionado nuestros sistemas de tratamiento de la información, sino que también nos ha proporcionado nuevos métodos de creación de diseño. Puesto que el ordenador es primordialmente una máquina «mascanúmeros», es perfectamente adecuado para producir configuraciones de estricto orden matemático. Con el rápido desarrollo en los últimos años de muchos programas gráficos y los periféricos correspondientes, el ordenador actualmente puede realizar con gran eficiencia la mayor parte del trabajo de diseño que se hace normalmente con lápiz, pluma y pincel. Con él se abren nuevos horizontes.

Trabajar con un ordenador hoy en día es relativamente simple y requiere sólo un corto tiempo de adiestramiento. El ordenador, equipado con tecnología altamente sofisticada, puede ser una nueva y poderosa herramienta para el diseñador, que en realidad no tiene por qué saber como trabajan las señales electrónicas en los circuitos para producir la imagen de pantalla. Lo fascinante es que, con simples operaciones del ordenador, un diseñador puede producir con gran exactitud muchos efectos visuales relacionados con principios de forma y diseño y que las transformaciones y cambios son increíblemente fáciles de realizar. Si se hicieran a mano, sin el ordenador, estos mismos trabajos requerirían, por supuesto, muchos más intentos repetidos y horas de trabajo.

Podemos predecir perfectamente que el ordenador se convertirá pronto en una herramienta indispensable en toda oficina de diseñador o en los gabinetes de enseñanza de diseño de las escuelas e instituciones. Aquí lo que nos afecta es qué equipo y *software* básicos se adaptarán a las necesidades concretas de un diseñador y cómo podemos trabajar con el ordenador para seguir o establecer los principos de diseño que se elaboran posteriormente en el texto principal.

Configuración básica del ordenador

Los ordenadores se venden con capacidades diferentes, con distintas posibilidades y precios. Por regla general, lo que necesita un diseñador es un ordenador personal en tamaño de sobremesa. Muchos ordenadores personales pertenecen a la categoría de compatibles IBM y se los denomina simplemente PC. La otra categoría principal es la de los Macintosh, que tienen un solo fabricante y, quizá, tienen un precio superior. Lo que distingue a Macintosh es que ha sido el primer ordenador en introducir un *usuario de interface gráfica*. Esto le permite al diseñador trabajar directamente con elementos gráficos con instrucciones integradas, en vez de teclear tan sólo instrucciones verbales, y obtener resultados impresos similares a lo que aparece en pantalla. Por ello, Macintosh cuenta con muchos más programas de *software* gráfico que los PC. Con todo, la distancia entre los Macintosh y los PC se está acortando, ya que determinados programas Macintosh se están comercializando en versiones para PC.

Por el momento, Macintosh todavía es la opción favorita para la profesión del diseño y, por lo tanto, es el sistema en el que nos concentraremos para discutir las técnicas informáticas. Para trabajar con eficiencia con la mayoría de los programas disponibles en la actualidad, un ordenador para trabajo gráfico debe tener una *memoria RAM* de al menos *4 megabytes* y un *disco duro* interno o externo con una memoria de más de 50 megabytes. Otro equipo esencial lo constituye la impresora láser *PostScript* en blanco y negro, para poder imprimir con nitidez en papel, y un scanner, que se puede adquirir posteriormente, para procesar las imágenes fotográficas e impresas.

Todos los ordenadores están equipados con una *unidad central de proceso*, un *monitor*, un *teclado* y un *ratón*. La unidad central de proceso es el componente principal. Tiene una ranura en la parte frontal para introducir los *disquetes*, a fin de que los programas grabados en estos discos se puedan instalar en el disco duro de la unidad o en una disquetera externa. El monitor, por lo general,

se coloca encima de la unidad central de proceso y su pantalla muestra la información y las figuras en monocromo o a todo color. El teclado es similar al de una máquina de escribir, pero incluye también teclas que ejecutan funciones distintas a las de la máquina de escribir. El ratón es un aparato de introducción de instrucciones del tamaño de la palma de la mano, que desplaza un *indicador* por la pantalla y tiene un botón que se oprime. Cuando el indicador está en la posición deseada, con el botón del ratón parado se puede hacer un «clic» o bien mantenerlo oprimido mientras se «arrastra» el ratón. Hacer «clic» y arrastrar son las dos operaciones básicas del ratón.

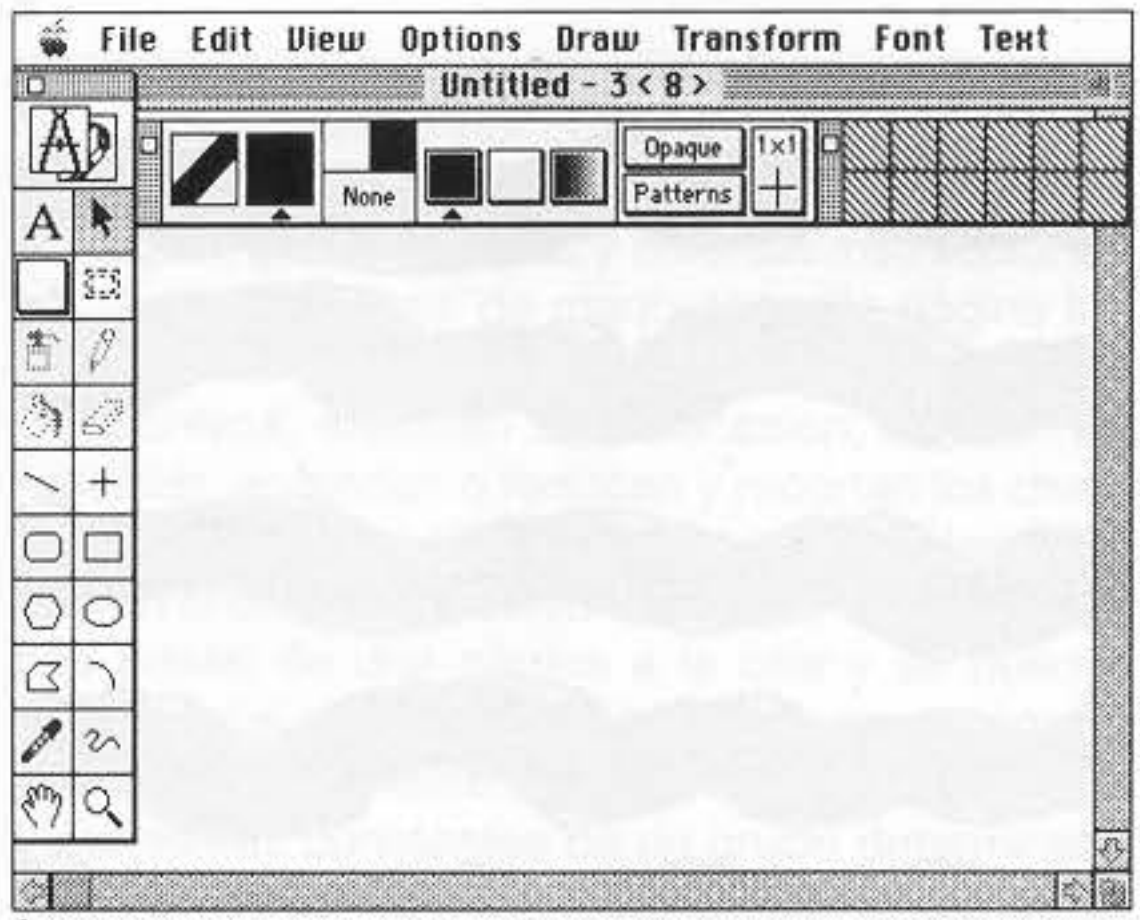
Un ordenador es prácticamente inútil sin un *software* adecuado. Existen programas para muchos usos, la mayoría son para proceso de texto o para producir hojas de cálculo, bases de datos o gráficos. Los programas de proceso de texto se usan para escribir cartas, artículos y libros. Los programas de hojas de cálculo se usan para trabajos de contabilidad y financieros. Los programas de bases de datos sirven para almacenar y ordenar información para producir informes, tablas y listas en el orden requerido. Los programas de gráficos sirven para crear imágenes gráficas como expresión artística, como comunicación visual, como dibujos de recubrimiento de superficies y para maquetas de página en los trabajos de autoedición.

Programas de gráficos

Como es lógico, los programas de gráficos son los que nos interesan principalmente. En los mismos, la pantalla toma el lugar del papel en blanco, con el indicador del ratón asumiendo el papel de un dedo que se mueve, señala y selecciona, o de una pluma, lápiz o pincel que crea trazos y figuras. En la pantalla, una vez instalado el programa, aparece un *cuadro de herramientas*, que contiene una gama de *herramientas*. Al hacer clic con el ratón en alguna de las herramientas del recuadro, el indicador se convierte en un *cursor* de una forma determinada, que representa la herramienta seleccionada y realiza la función designada para la misma. En la parte superior de la pantalla está la *barra de menú* a partir de la cual se puede acceder a diversos *menús de desplazamiento vertical* arrastrando el indicador. Un menú es una lista que aparece en pantalla de todas las *instrucciones* disponibles para editar y visionar, así como los efectos gráficos especiales que van más allá de lo que es posible con las herramientas (fig. 1). Cada instrucción puede tener *submenús* y puede proporcionar una *pantalla* para entrar datos o seleccionar opciones.

La pantalla se compone de una matriz de puntos que en principio son de color blanco. Algunos puntos aparecerán en negro, o a veces en un color determinado, al arrastrar el cursor para hacer trazos o figuras. Cada punto representa un elemento de imagen o *píxel*. Normalmente hay 72 píxels por pulgada, que es la resolución de pantalla estándar. La impresión con una impresora láser PostScript da una resolución mucho más alta a las figuras creadas. La resolución se mide en puntos por pulgada, o *ppp*. Una impresora láser puede producir impresiones nítidas desde 300 ppp a más de 2.000. PostScript, un lenguaje de programación de descripción de página desarrollado por Adobe Systems para trabajar con impresoras láser, ayuda a eliminar los bordes irregulares que se ven en pantalla.

Desplazando el indicador del ratón por la pantalla se localiza la herramienta, haciendo clic se activa una instrucción o se selecciona un elemento y al arrastrar se crea una línea o figura. El funciona-

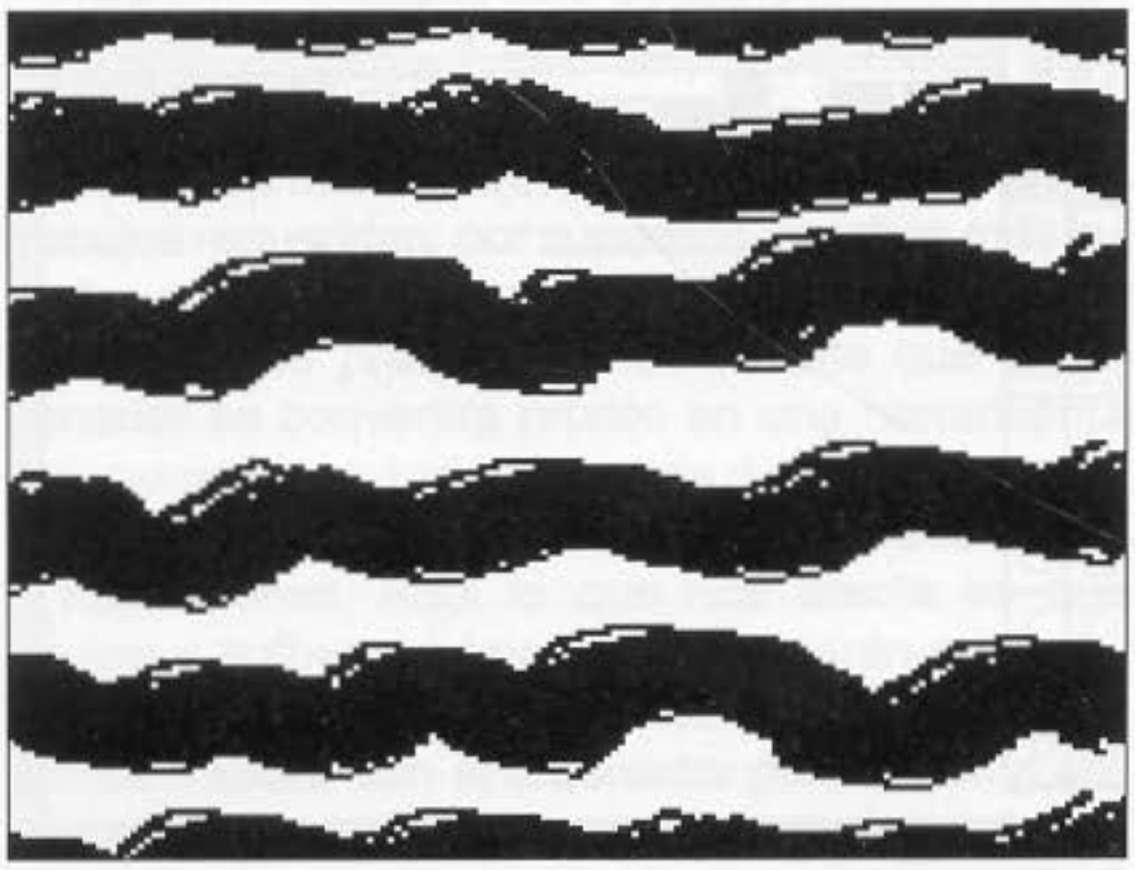


1

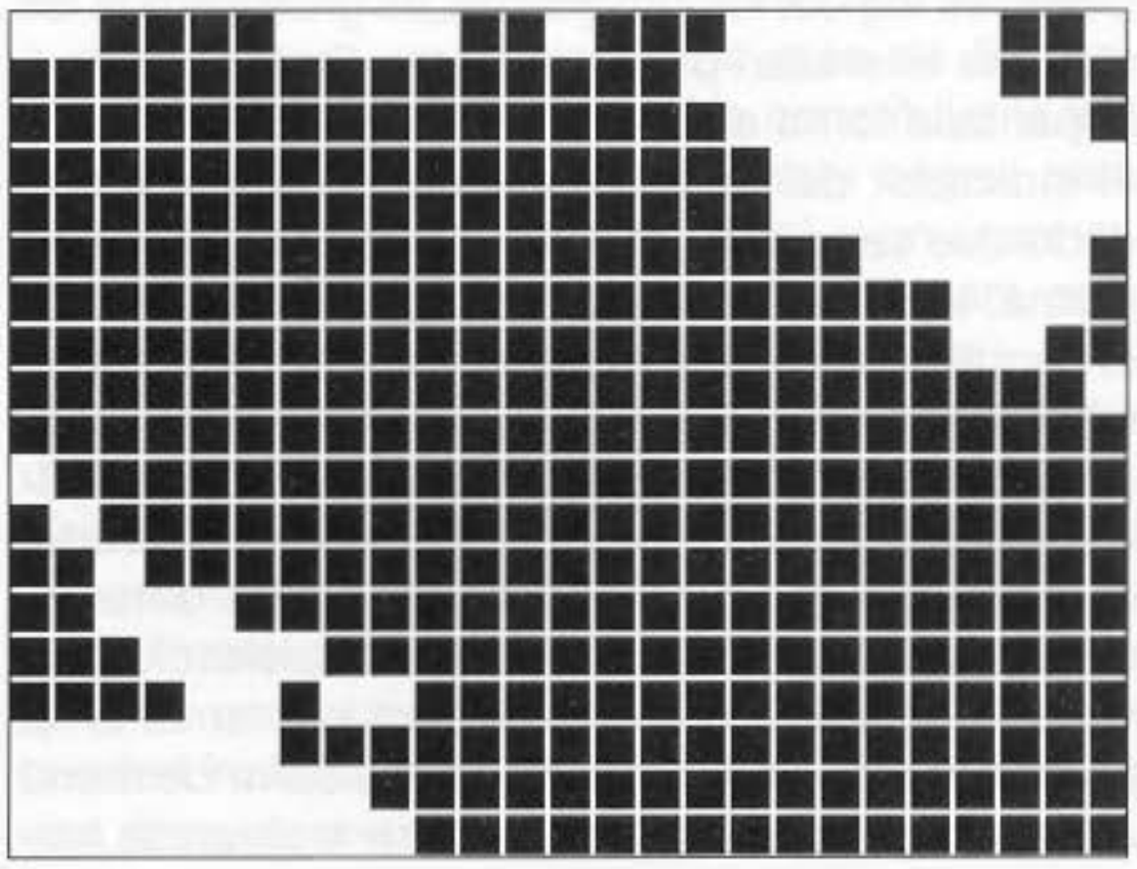
miento del ratón se usa también en combinación con las teclas de *shift (cambio)*, *option (opción)* y *command (instrucción)* del teclado. Aunque el teclado sirve básicamente para teclear con los diferentes juegos y tamaños de caracteres, se puede usar para dar instrucciones abreviadas y entrar datos numéricos para determinar las medidas y ángulos de las líneas y figuras. También tiene un juego de teclas de flecha para desplazar el indicador del ratón o ciertos elementos en las cuatro direcciones.

Hay seis tipos principales de programas gráficos: pintura, dibujo, maquetado de página, procesado de imágenes, manipulación de tipos y modelado tri-dimensional. Un programa de pintura permite «pintar» intuitivamente sobre pantalla y producir *imágenes definidas en píxels* como trazos y figuras (fig. 2). Estas imágenes no funcionan con el lenguaje PostScript y tienden a mostrar una línea dentada en los bordes diagonales o curvados. Se componen de puntos cuadrados independientes muy juntos, que representan los píxels afectados y pueden ampliarse para facilitar su edición con una herramienta de *lápiz*, que añade nuevos puntos o elimina los existentes (fig. 3). Otras herramientas peculiares de cualquier programa de pintura son el *pincel* de diferentes tamaños y formas para hacer líneas o trazos de diferentes gruesos y efectos (fig. 4) y un surtido de muestras en los trazos (fig. 5), un *pulverizador* para esparcir puntos (fig. 6), una herramienta de *rellenar* para añadir color y dibujo a una zona delimitada o a un fondo no delimitado (fig. 7) y un *borrador* para recuperar el color blanco original de la pantalla para efectuar correcciones (fig. 8). Cada vez que se forma una línea, trazo o figura en la pantalla, este nuevo elemento se fusiona con los anteriores y se hace inseparable de ellos.

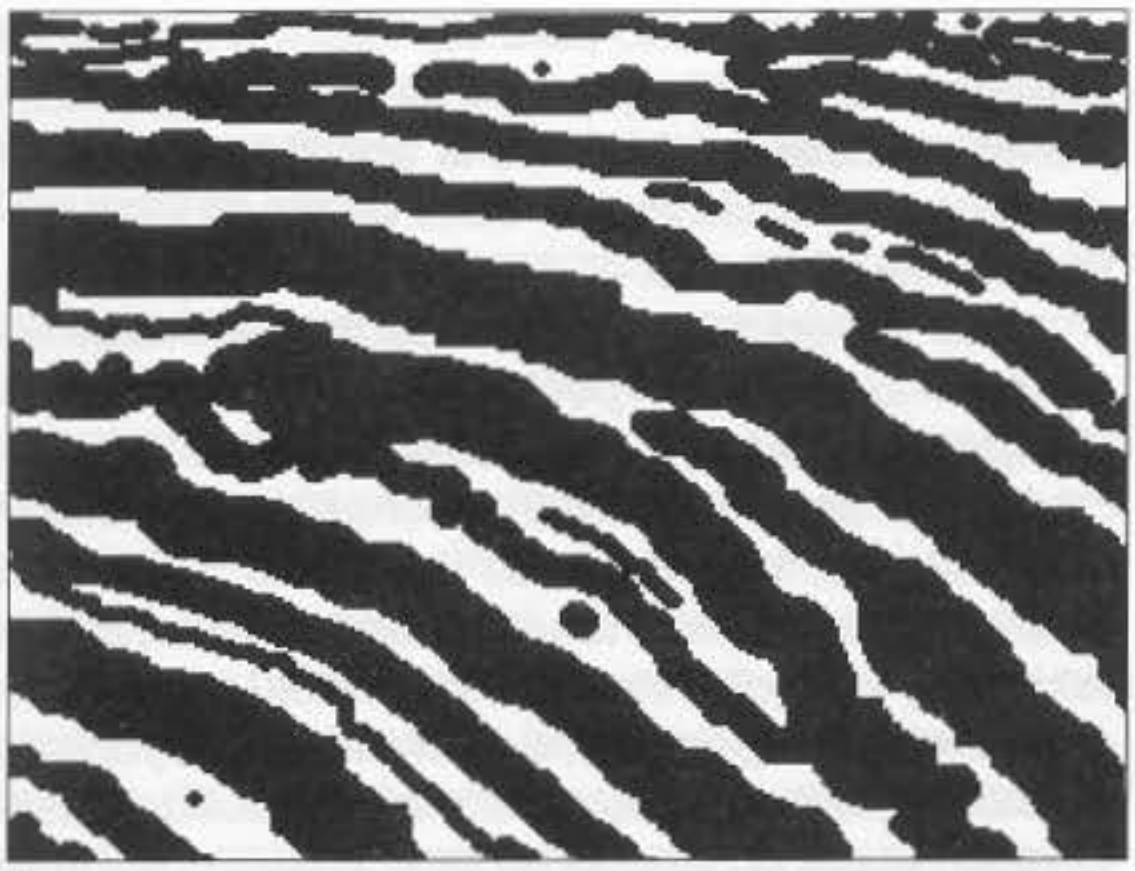
Un programa de dibujo sirve para crear figuras como *imágenes orientadas al objeto* que no están definidas en píxels, sino que se almacenan en la memoria del ordenador como fórmulas matemáticas que definen las posiciones de los *puntos* y *recorridos*. Aunque la imagen en pantalla se pueda parecer mucho a la de las imágenes definidas en píxels de un programa de pintura, los *objetos* seleccionados se indican con puntos seguidos o discontinuos por todo el contorno o en los cuatro vértices (fig. 9). Se puede ampliar sin limitaciones e imprimir sin el dentado de líneas que se produce con las imágenes definidas en píxels (fig. 10). Cada figura o incluso cada componente de una figura se mantiene independiente y puede ser seleccionado por separado en cualquier momento para alterarlo, transformarlo o eliminarlo. Esto permite al diseñador una gran flexibilidad al hacer los cambios sucesivos. El cuadro de herramientas tiene un juego especial de herramientas de *puntos* para la construcción de los recorridos. Los elementos aparecen



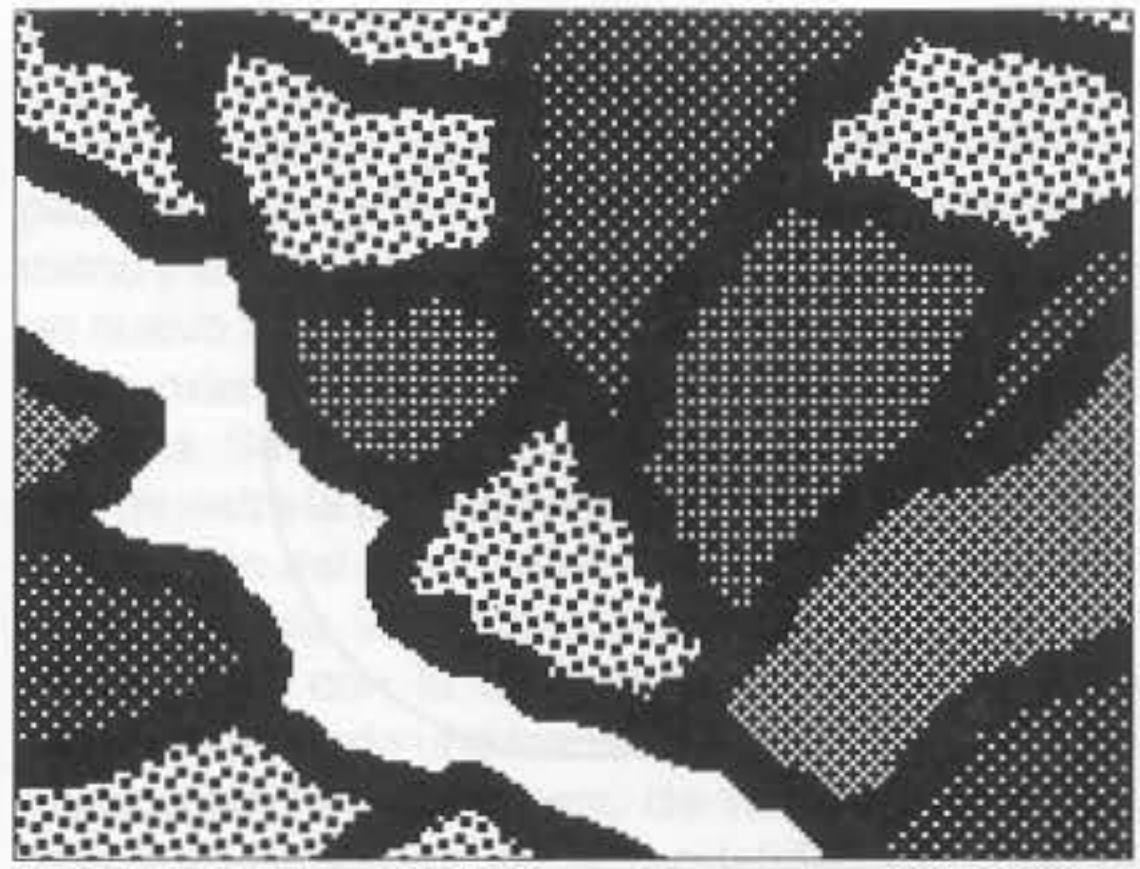
2



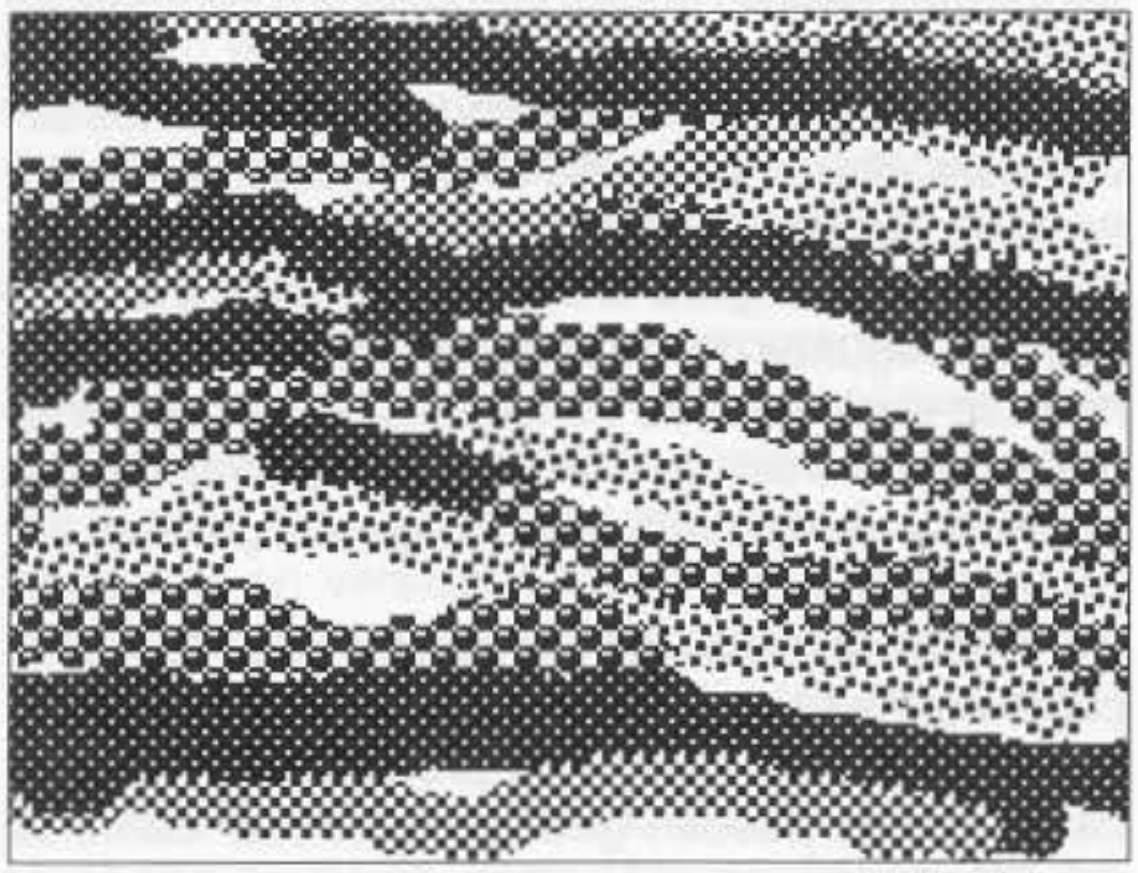
3



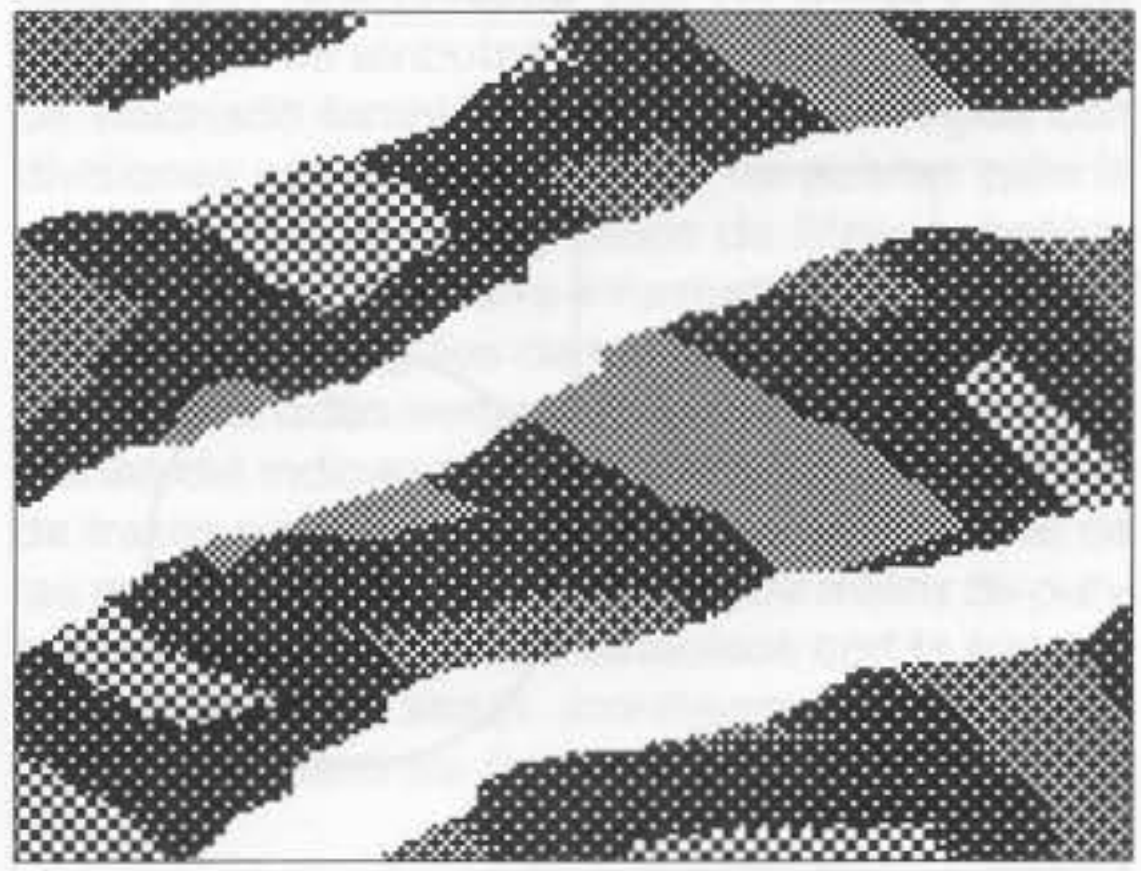
4



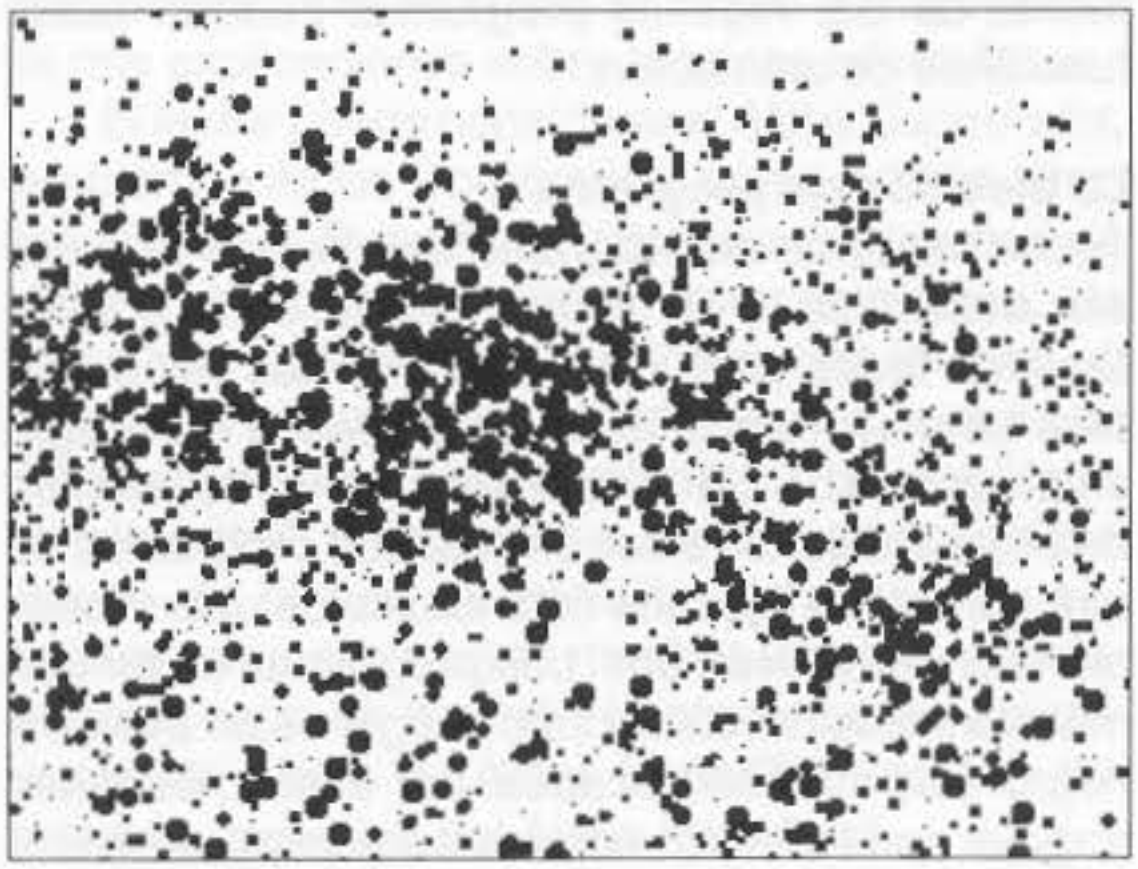
7



5



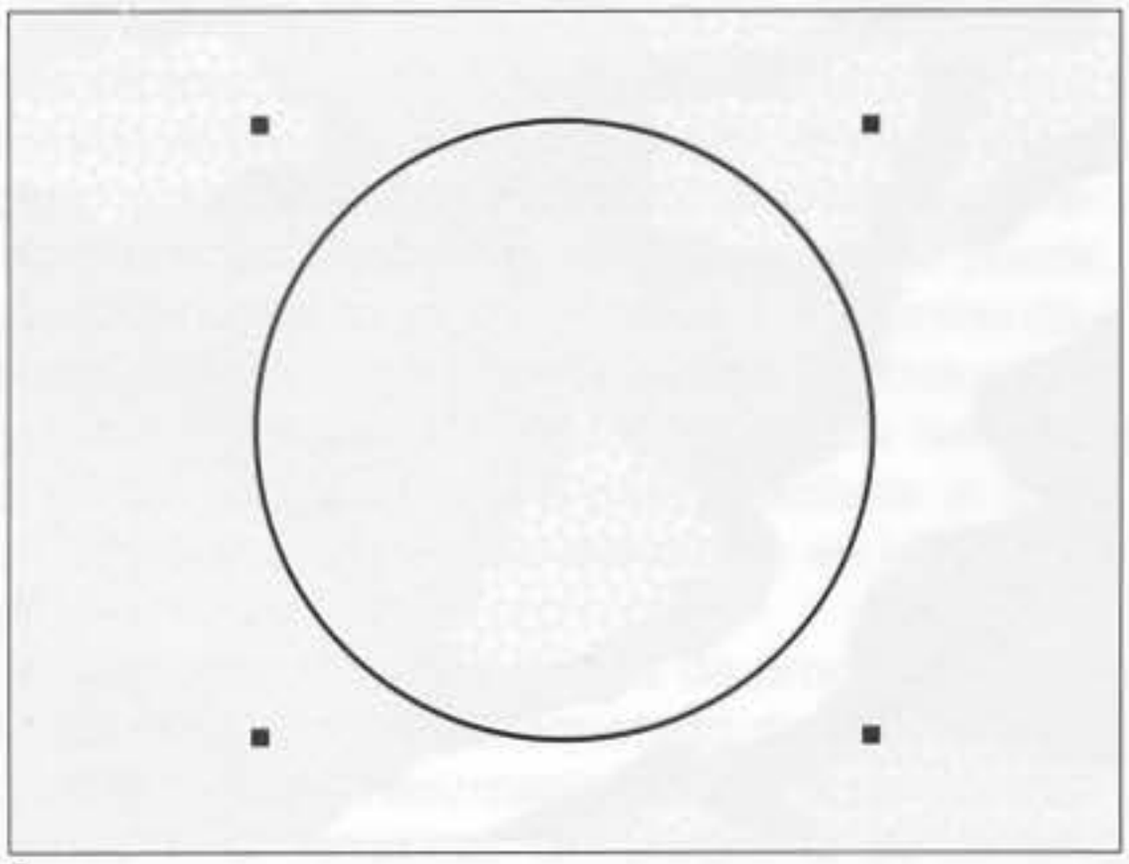
8



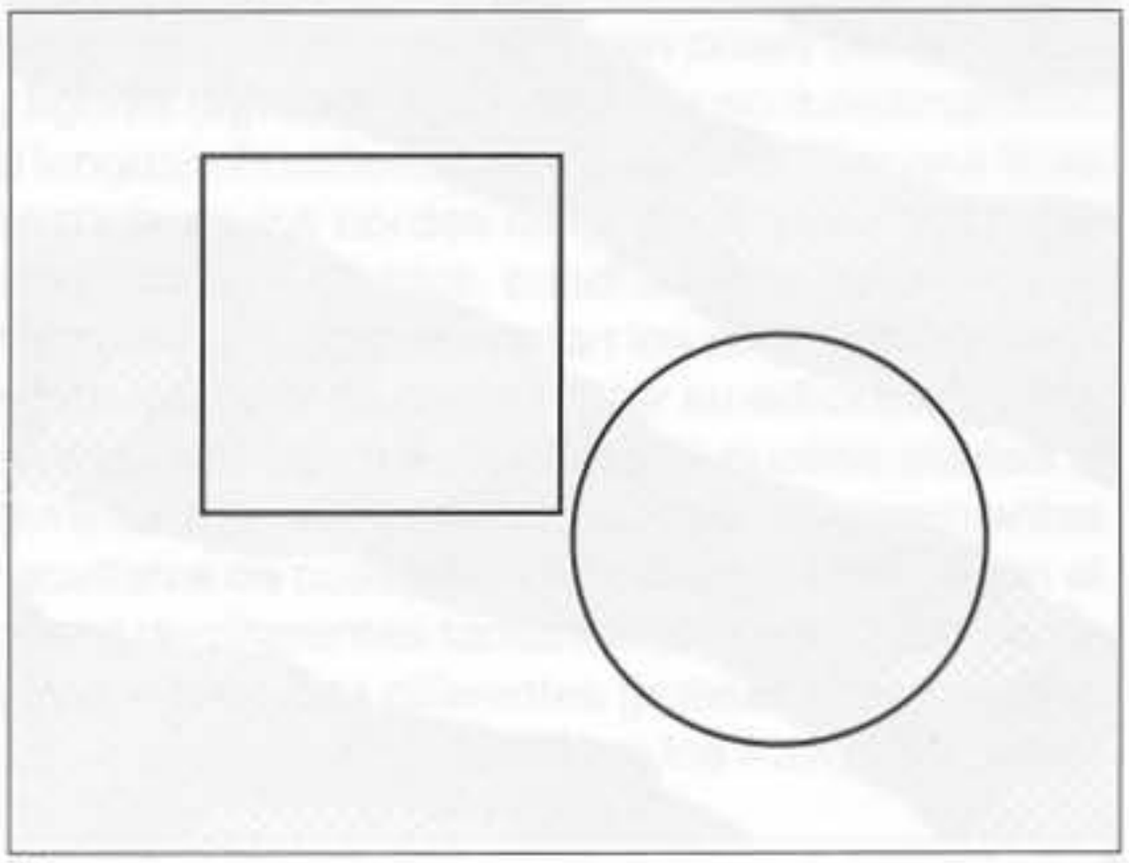
6

primero en la pantalla como finas líneas negras que se pueden cambiar por cualquier grueso, color, tonalidad o dibujo (fig. 11). Su colocación se apoya en reglas, guías, retículas y diversas instrucciones.

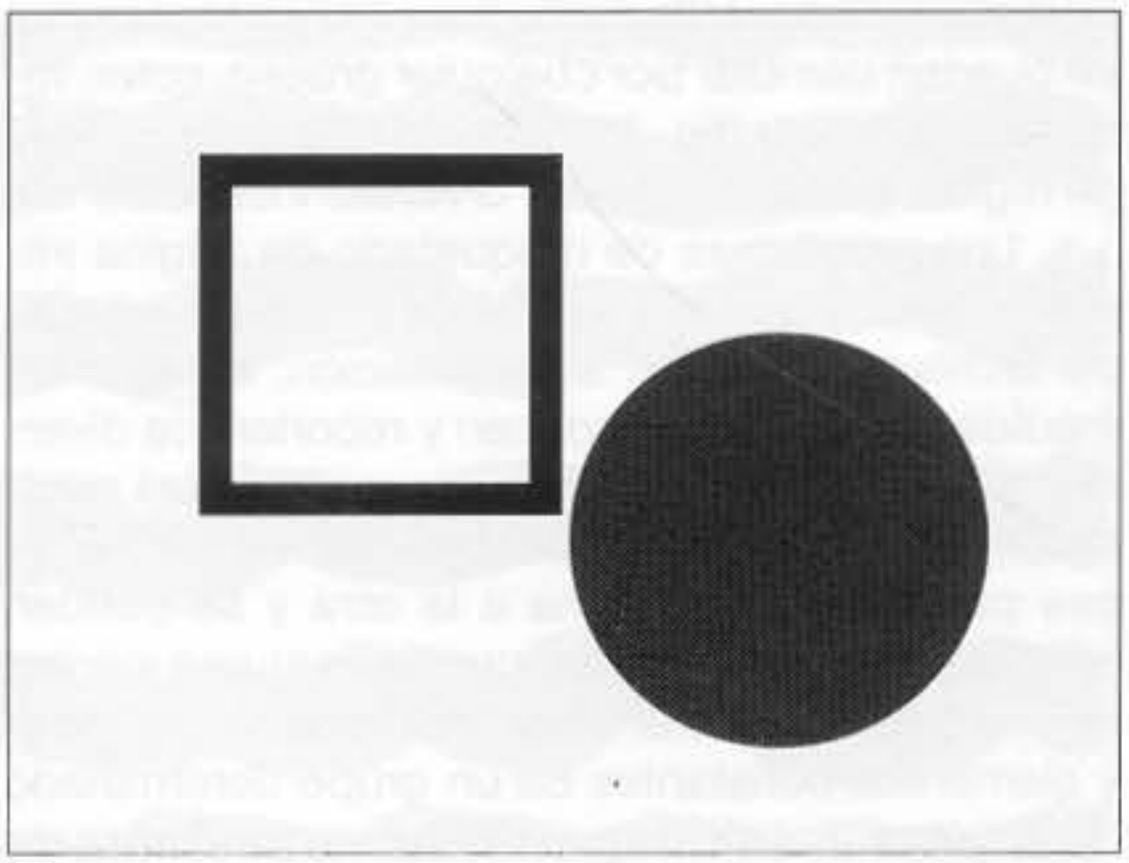
Los programas de maquetado de página importan texto y gráficos a partir de una gran variedad de archivos, efectúan su colocación, les dan las medidas, agrandan o reducen y recortan los diversos elementos de la página, y organizan las páginas en orden consecutivo. El texto y las ilustraciones pasan de una página a la otra y se pueden reordenar si se desea. Se puede usar una página de plantilla para determinar la disposición general y elementos constantes de un grupo determinado de páginas. Estos programas tienen funciones de



9



10



11

procesadores de texto para cambiar los tamaños y estilos de los tipos y para editar el texto. Sus funciones gráficas se limitan a la adición de simples elementos geométricos, el color de fondo y los matices, orlas y marcos.

Los programas de procesador de imágenes permiten la captación por scanner de imágenes de fotografías, dibujos o materiales impresos. Proporcionan herramientas e instrucciones para modificar o transformar las imágenes originales a base de ajustar los contrastes, tonalidades y colores; añadir texturas y dibujos; retocar los detalles, e introducir otros efectos especiales, a voluntad. La mayoría de las herramientas e instrucciones se pueden usar también sobre la pantalla en blanco para crear imágenes definidas en píxels, como en un programa de pintura.

Los programas de manipulación de textos sirven para alterar y adaptar a las necesidades particulares las familias de tipos existentes y también se pueden usar para crear familias de caracteres nuevos. Algunos de estos programas tienen herramientas especiales de transformación o instrucciones para distorsiones planas, esféricas o cilíndricas de elementos tipográficos e imágenes gráficas importadas.

Los programas de modelado tri-dimensional combinan las vistas en planta y alzado para establecer figuras de volumen y profundidad ilusorios. La figuras se pueden girar para mostrar cómo se ven desde diversos ángulos, con un cambio de fuente de luz. Algunos programas pueden incluir funciones de animación.

La elección de programa

Todos los tipos de programa que hemos descrito son deseables y, en último término, sería preciso tenerlos todos para cubrir las diversas necesidades. La mayor parte de la gente tiende a escoger un programa de pintura para sus primeros intentos de crear imágenes electrónicas. Los programas de pintura son de lejos los más fáciles de usar y también son muy divertidos. Los programas de pintura más sencillos producen sólo imágenes en blanco y negro. Los más sofisticados, por contra, permiten trabajar con todos los colores del espectro —o una

gama completa de grises, si se trabaja con impresión en blanco y negro— y pueden simular efectos de pintura y dibujo sobre tela o papel de boceto con medios secos o húmedos.

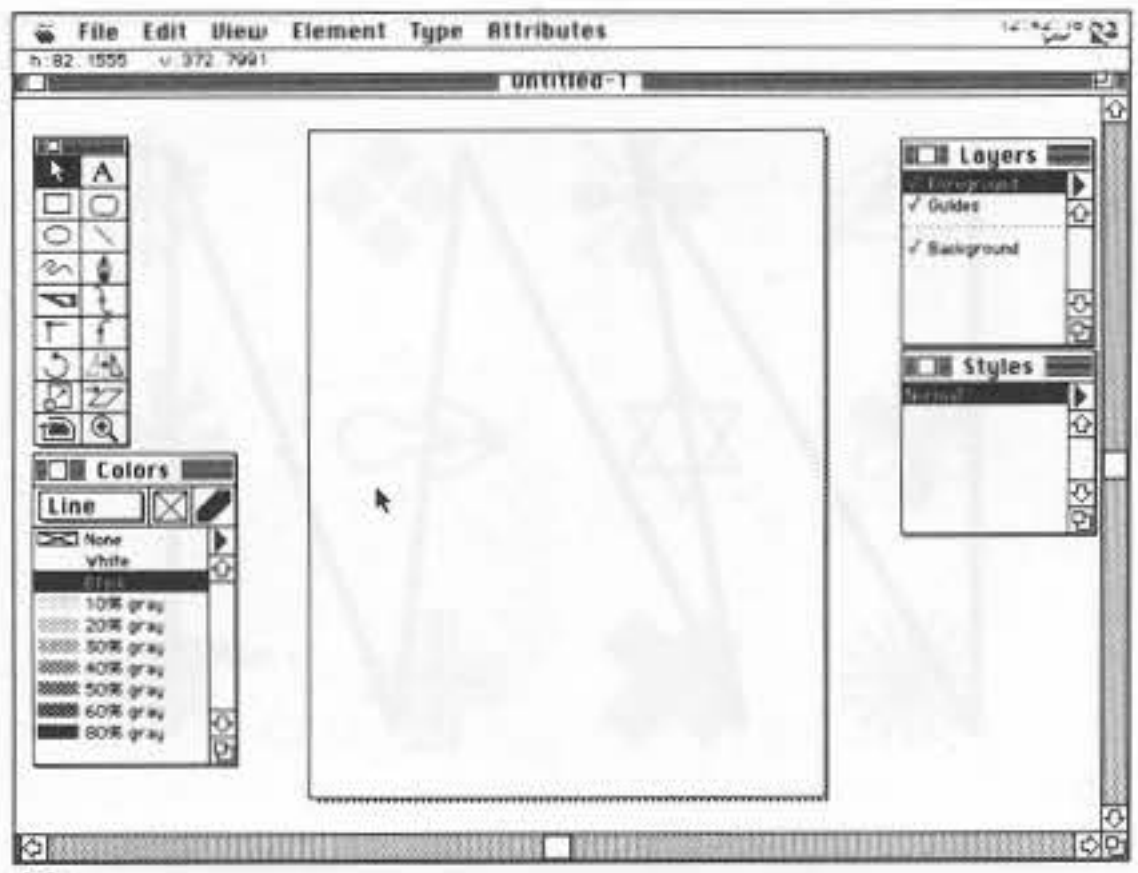
Con todo, los programas de pintura no están concebidos para trabajos de precisión. Una composición de pintura contiene figuras y trazos de pincel mezclados en un proceso casi irreversible, aunque algunos programas permitan *deshacer* varias veces más allá de la última operación. Las figuras y trazos de pincel son simples señales formadas por píxels sueltos que son afectados o no por el movimiento de la herramienta escogida. Los bordes de las imágenes no son contornos definidos. Para trabajar con la mayoría de los conceptos y principios de este libro, en el que a menudo se requieren elementos geométricos, curvas suaves, bordes limpios y estructuras de estricta regularidad, los programas de pintura son inadecuados.

Para un modesto principio, todo lo que se puede necesitar es un buen programa de dibujo. Se puede escoger entre varios programas que hay en el mercado con características similares, pero con prestaciones claramente distintas. Mi opción actual es el *Aldus FreeHand*, de Aldus Corporation, disponible en versiones Macintosh y PC, que facilita el trabajo directo con figuras en sus atributos visuales, permite numerosos niveles de eliminación, dispone los elementos en capas múltiples y proporciona retículas visibles para colocar las figuras con precisión, entre otras características. En este programa es en el que se basan la mayor parte de mis explicaciones sobre técnicas informáticas.

El lector puede considerar el *Aldus SuperPaint*, también de Aldus Corporation, como opción alternativa. Aldus SuperPaint combina programas de pintura y dibujo en capas intercambiables, de forma que se puede crear primero una imagen en la capa de pintura y transferirla luego a la capa de dibujo y viceversa. Esta combinación tiene ventajas concluyentes, en especial si se desea hacer algún trabajo de pintura en pantalla. Para trabajos experimentales, se incluyen muchos efectos especiales en la capa de pintura. No obstante, las prestaciones de dibujo de Aldus SuperPaint no son tan extensas como las del Aldus FreeHand.

Empezar a dibujar

Con un programa de dibujo adecuado correctamente instalado en el disco duro, se puede empezar a trabajar. En pantalla aparecen la barra de menú y el recuadro de herramientas. La apertura de un nuevo archivo hace aparecer un marco rectangular orientado verticalmente en el centro de la pantalla. Se trata de la vista de *pantalla integrada*, que muestra la página entera reducida (fig. 12). Una instrucción del menú *view (visionar)* de la barra de menú cambia la ventana por una vista al 100 % o una vista con la ampliación/reducción que se desee. Activando una instrucción de *preview (visionado previo)* en este menú de visionado nos permite trabajar no ya en la modalidad de coordenadas sino directamente, con las líneas y figuras mostrando los atributos que se pretende. El menú de visionado también permite mostrar reglas con divisiones adecuadas, cuadros de paletas para la atribución de colores, gruesos de líneas y control de las capas, una barra informativa que contiene mediciones y ángulos de los elementos, así como las coordenadas vertical y horizontal de las posiciones del indicador. Además, hay guías en líneas de trazos o coloreadas que se pueden arrastrar de las reglas y una retícula en forma de matriz de puntos equidistantes que se establece con la instrucción *document setup (configuración de documento)* del menú *file (archivar)*.

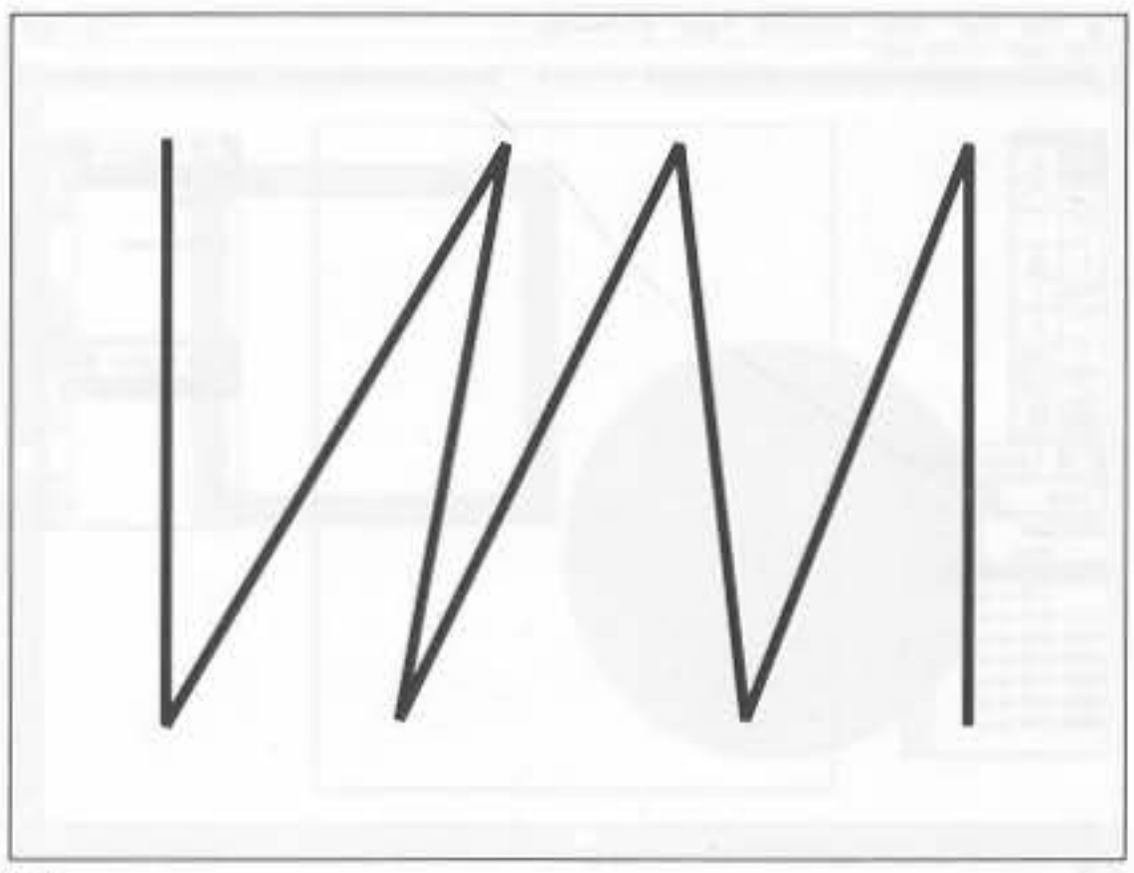


12

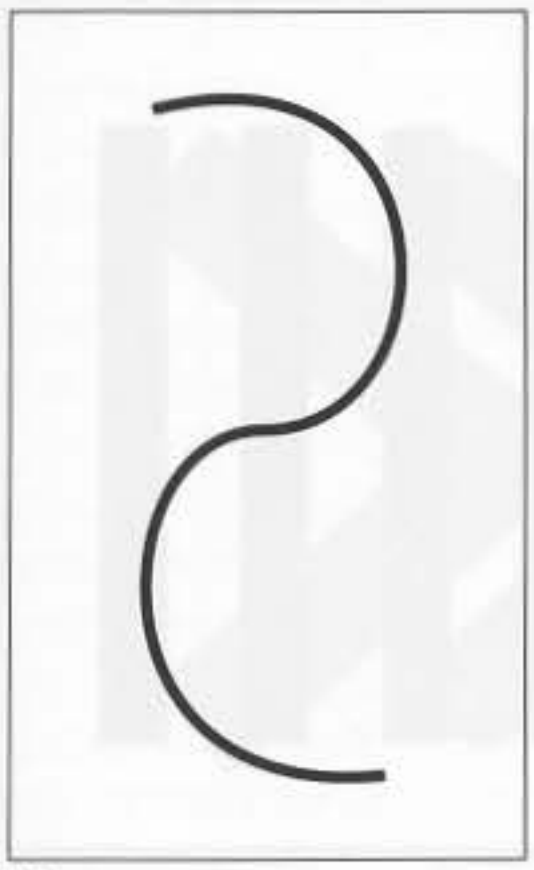
Más de la mitad de las herramientas del cuadro de herramientas son para formar figuras. Las herramientas de puntos incluyen una herramienta de *vértice*, otra de *curva*, otra de *enlace* y otra de *pluma*. La herramienta de vértices traza los puntos para hacer recorridos rectos que se doblan de forma abrupta (fig. 13). La herramienta de curvas traza los puntos para formar líneas curvas ondulantes (fig. 14). La herramienta de enlace traza los puntos entre recorridos rectos y curvos para asegurar una transición suave sin que se noten discontinuidades (fig. 15). El trazado de un punto se realiza haciendo clic con un cursor de herramienta. La herramienta de pluma combina las funciones de las de vértices y curvas. Traza puntos para formar líneas rectas con el clic y hace líneas curvas al arrastrar el ratón (fig. 16).

Otras herramientas son la de *rectángulo* para dibujar cuadrados y rectángulos (fig. 17), una de *rectángulo redondeado* para dibujar cuadrados y rectángulos con las esquinas redondeadas (fig. 18), la de *elipse* para dibujar círculos y elipses (fig. 19), una herramienta de líneas para dibujar líneas rectas (fig. 20) y una de *mano alzada* para dibujar curvas irregulares (fig. 21). Todas estas herramientas realizan figuras al arrastrar el ratón.

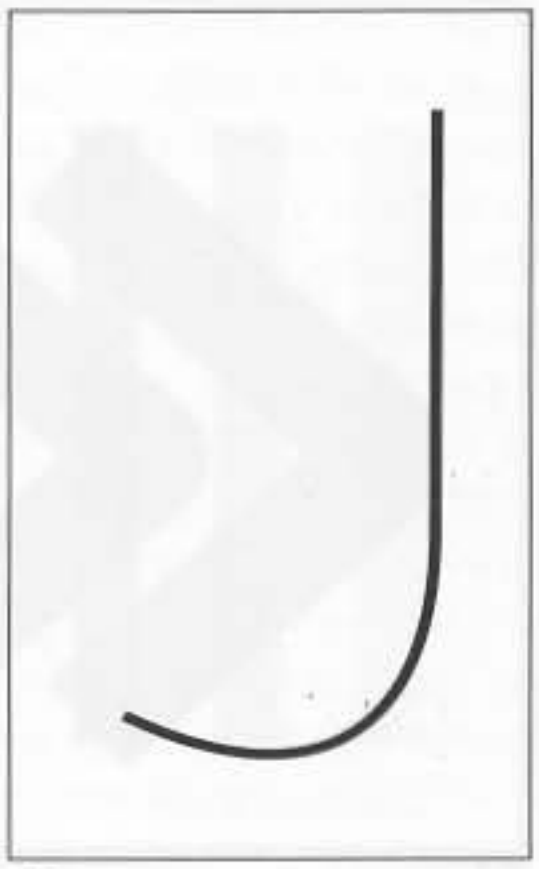
Además, existe la herramienta de *tipos* que permite originar desde el teclado tipos que se pueden transformar en tamaño y estilo para usar como figuras en el diseño. Los tipos figurativos como el Zapf Dingbats, que constan de caracteres de formas naturalistas, son también una opción al alcance del diseñador.



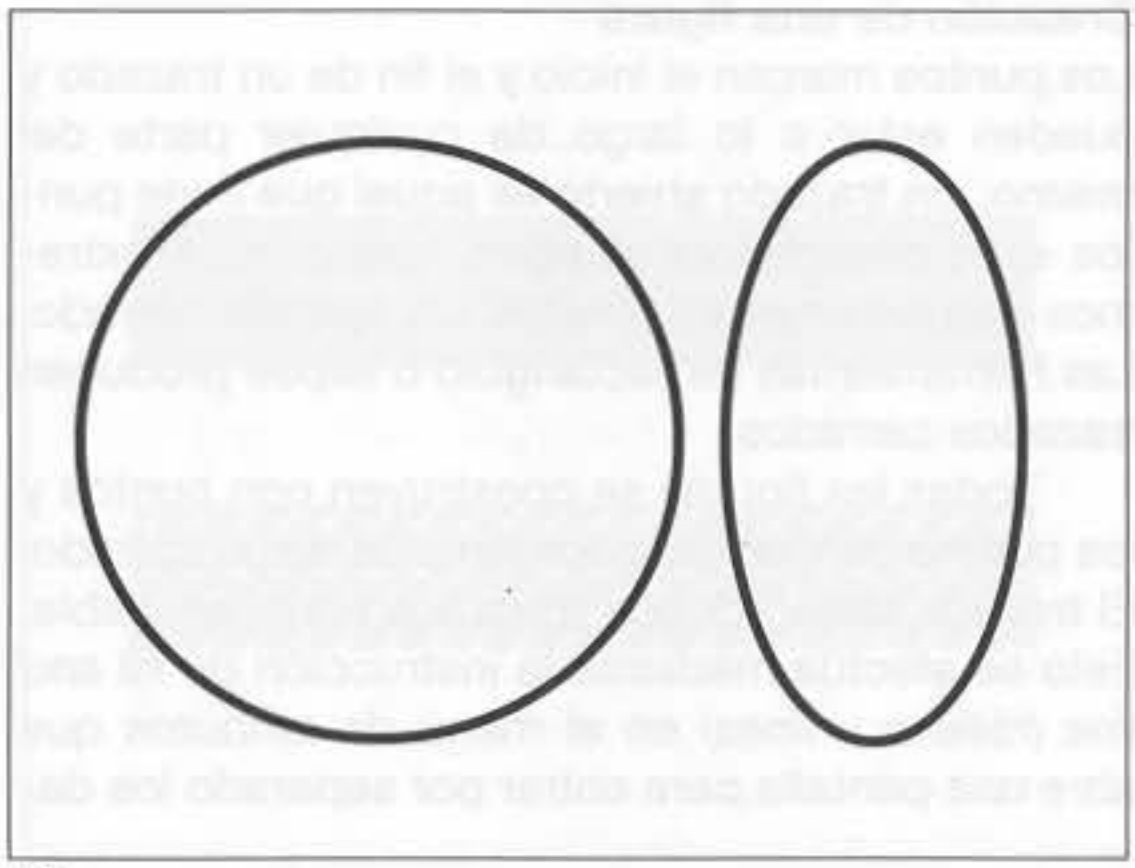
13



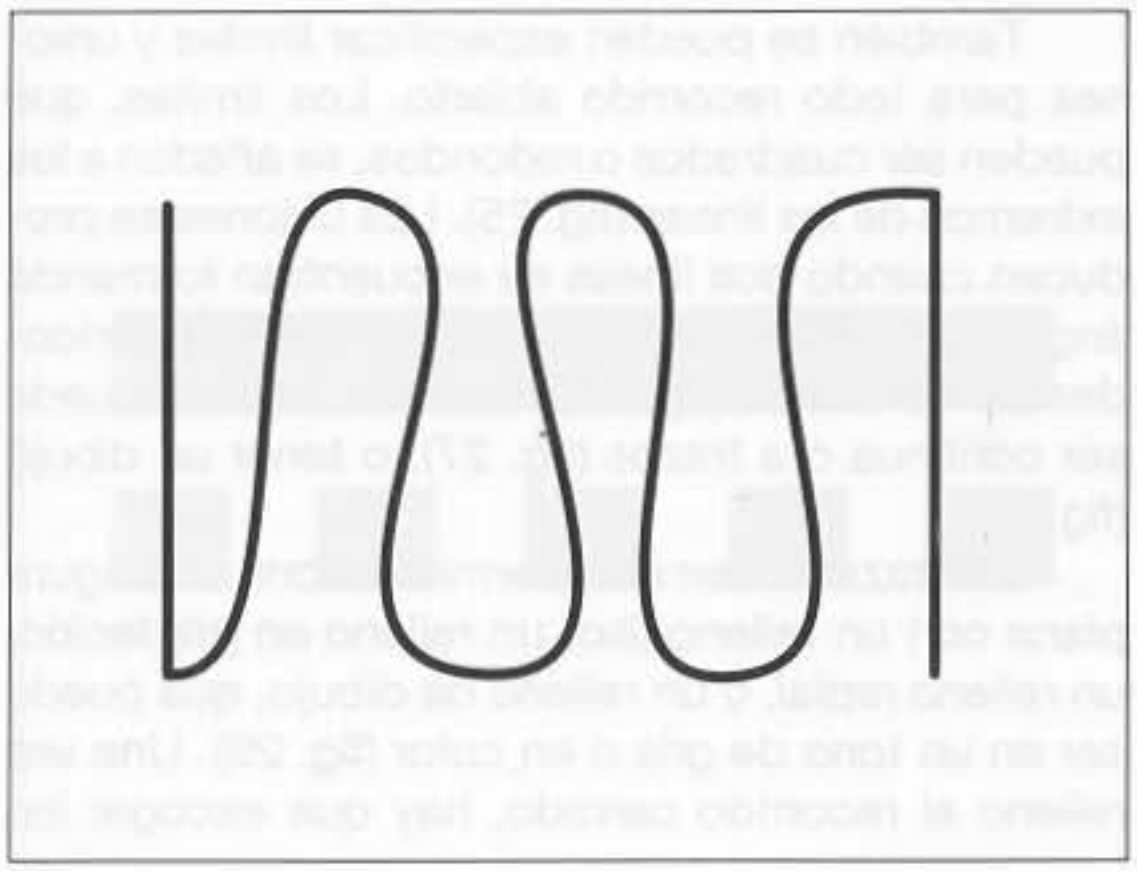
14



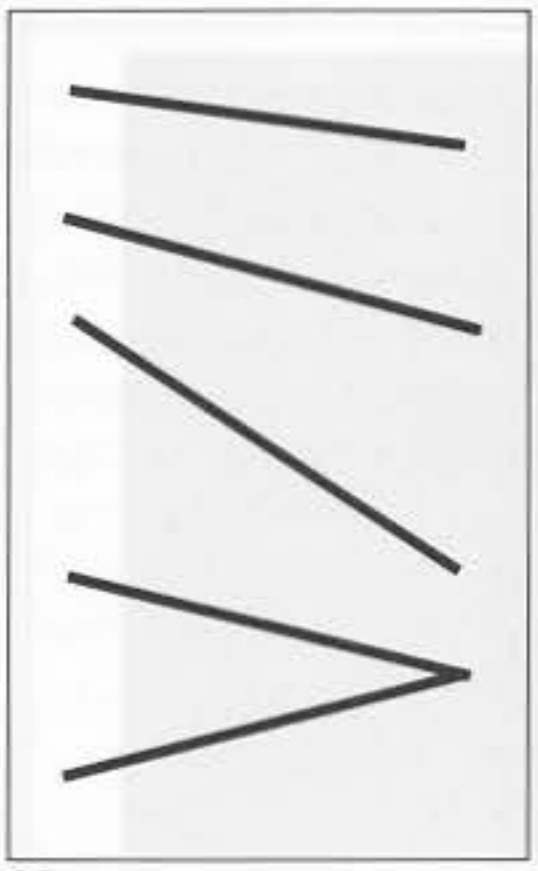
15



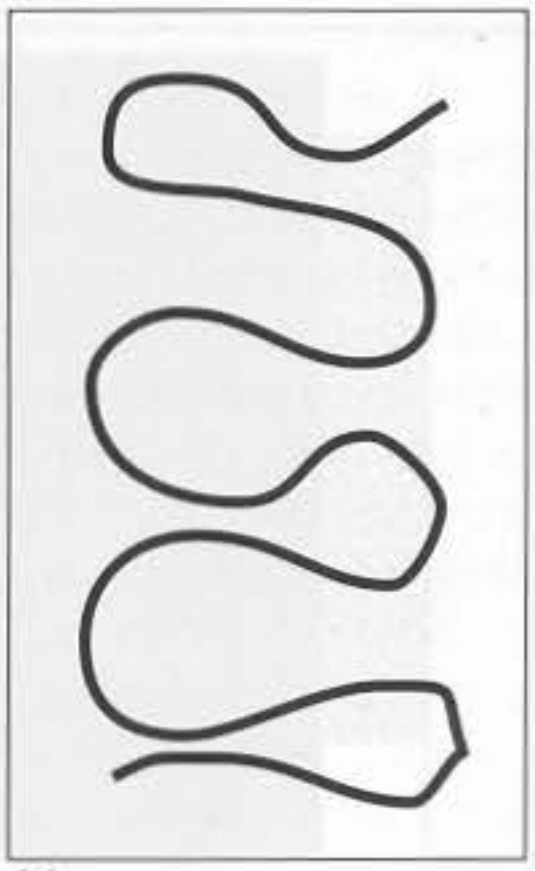
19



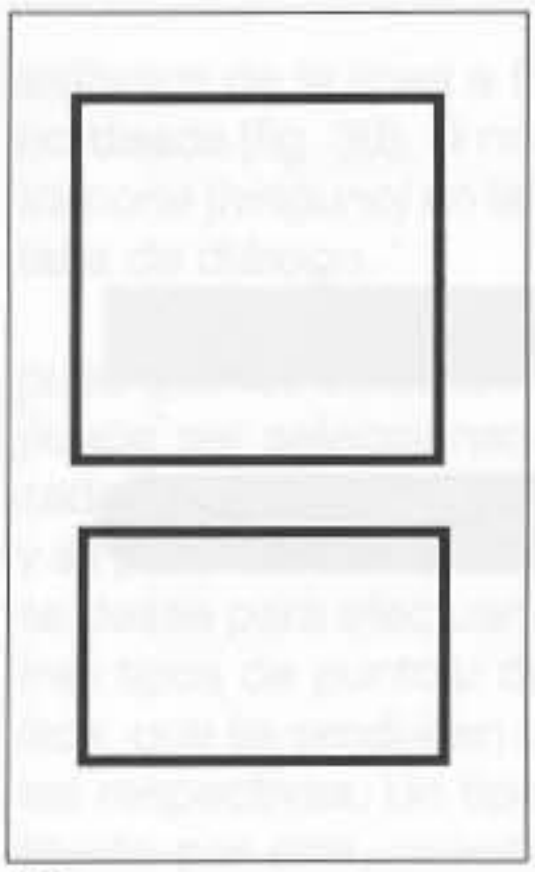
16



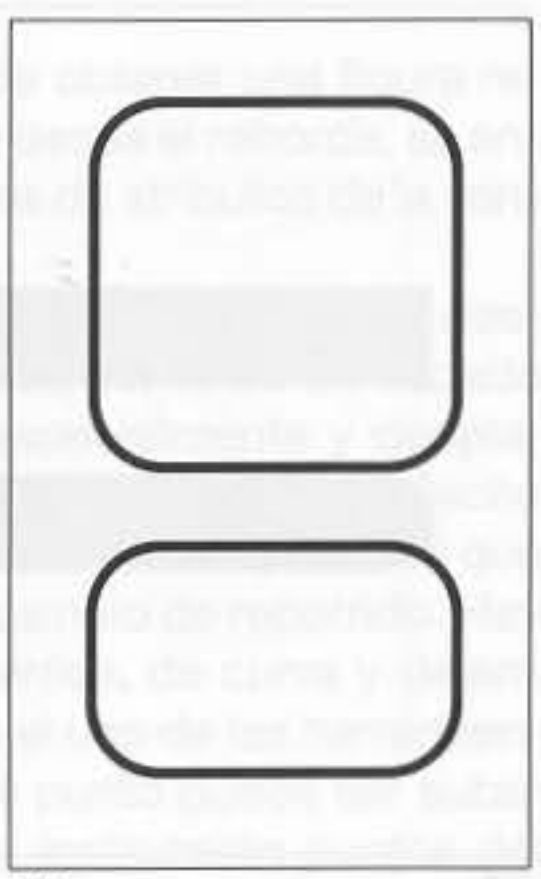
20



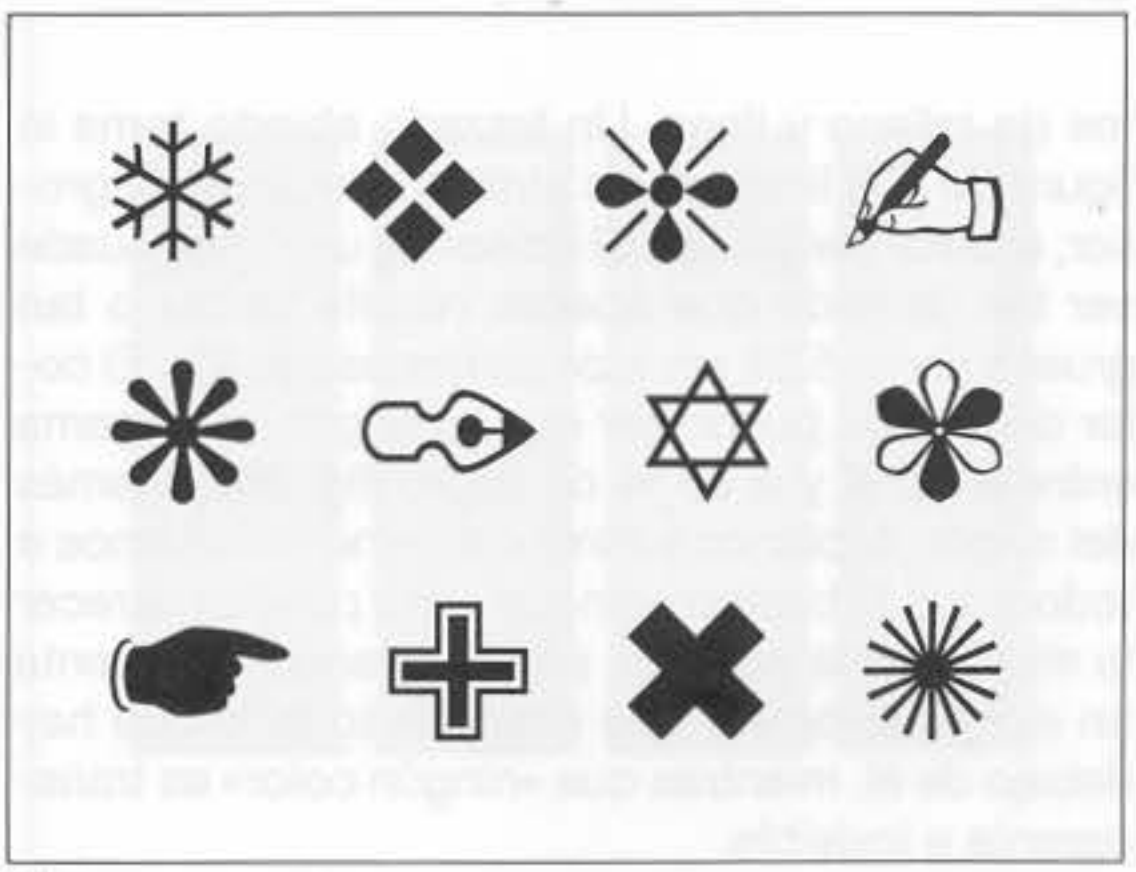
21



17



18

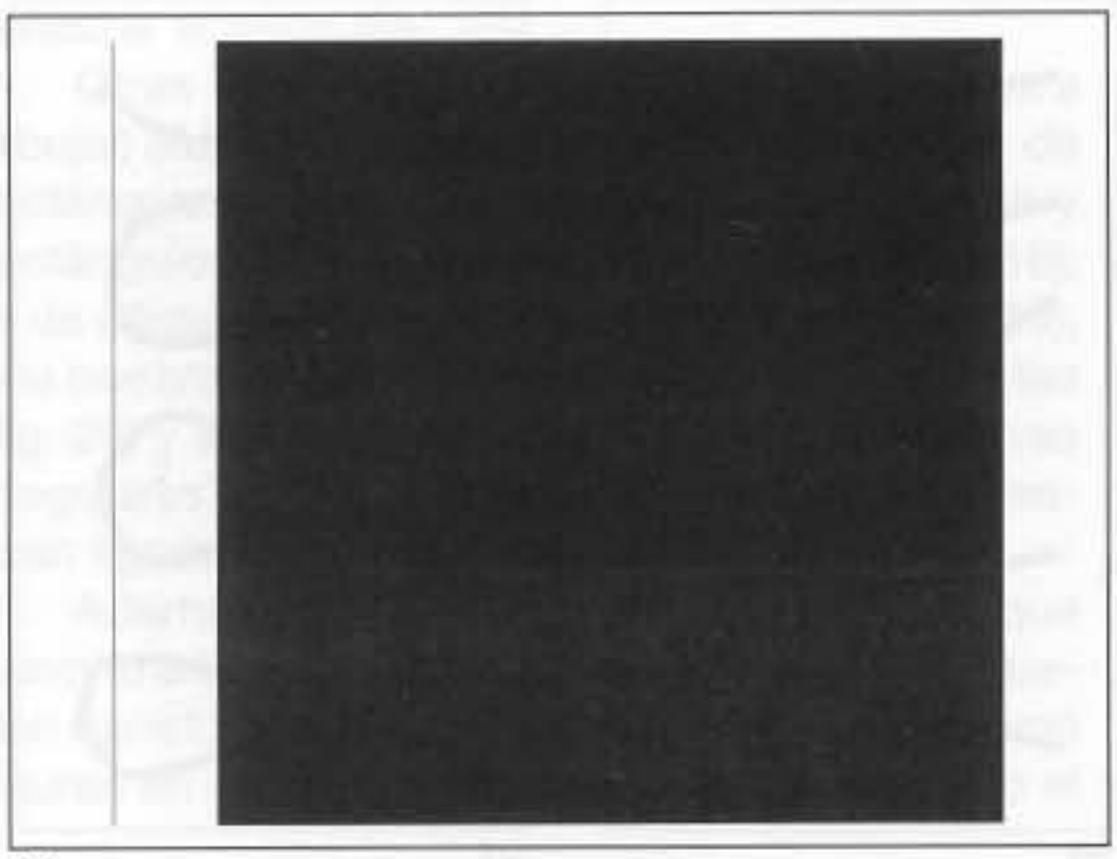


22

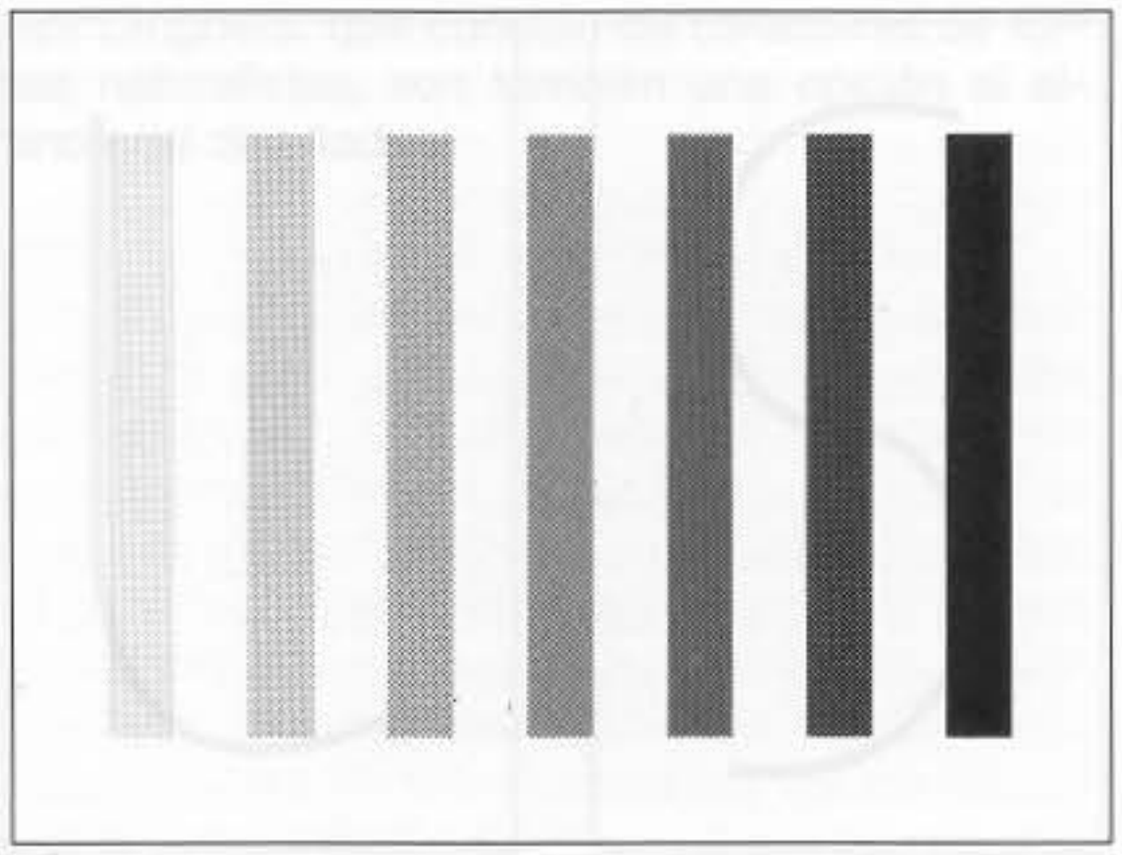
Creación de una figura

Los puntos marcan el inicio y el fin de un trazado y pueden estar a lo largo de cualquier parte del mismo. Un trazado abierto es aquel que tiene puntos extremos desconectados. Los puntos extremos que se unen establecen un trazado cerrado. Las herramientas de rectángulo o elipse producen trazados cerrados.

Todas las figuras se construyen con puntos y los puntos definen las coordenadas de un trazado. El trazado debe adoptar atributos para ser visible. Esto se efectúa mediante la instrucción de *fill and line (relleno y línea)* en el menú de *atributos* que abre una pantalla para entrar por separado los datos de relleno y línea. Un trazado abierto toma la figura de una línea cuyos atributos incluyen el grosor, el color y el dibujo. El grosor de una línea puede ser tan delgado que apenas resulte visible o tan grueso como 5,08 cm (dos pulgadas) (fig 23). El color de la línea puede ser cualquier gris en la gama entre el 10 % y el 80 % de negro (fig. 24), además del negro, el blanco y ninguno, si no trabajamos a todo color. El blanco y ningún color pueden parecer lo mismo en la pantalla, pero el blanco representa un elemento opaco que esconde todo lo que hay debajo de él, mientras que «ningún color» es transparente e invisible.



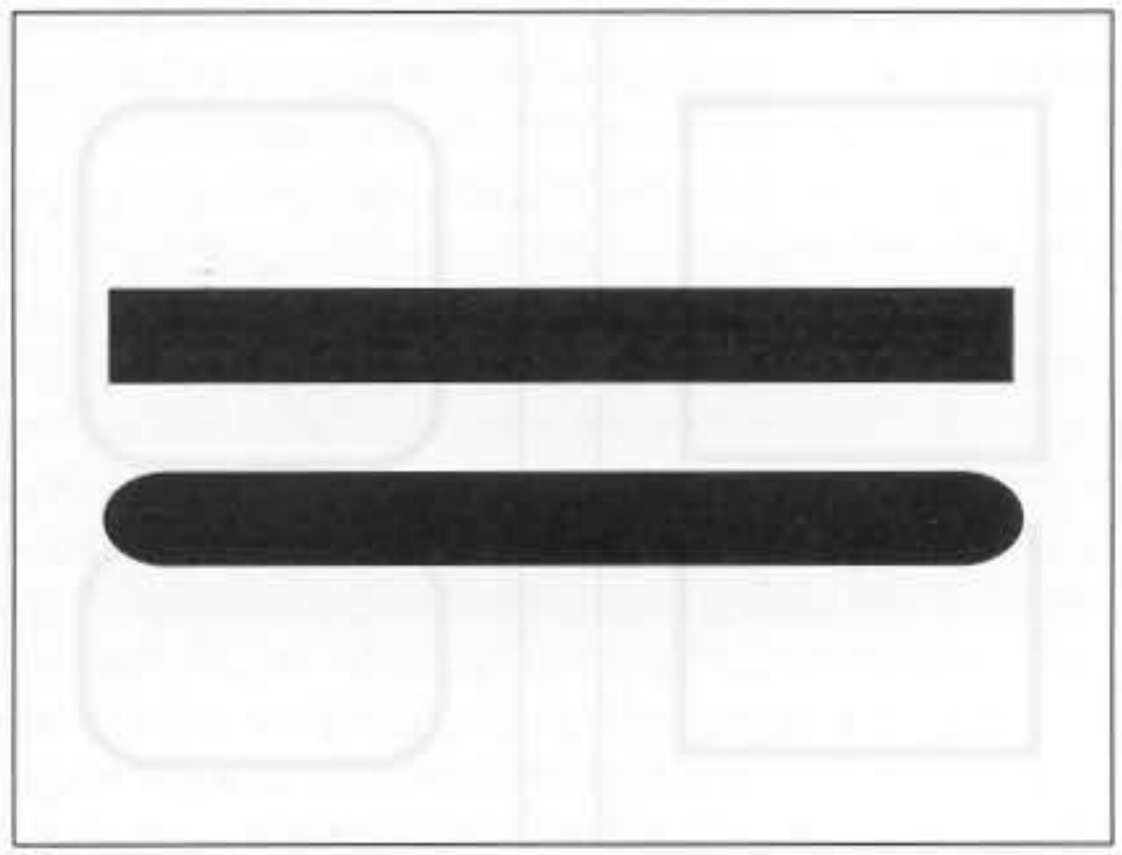
23



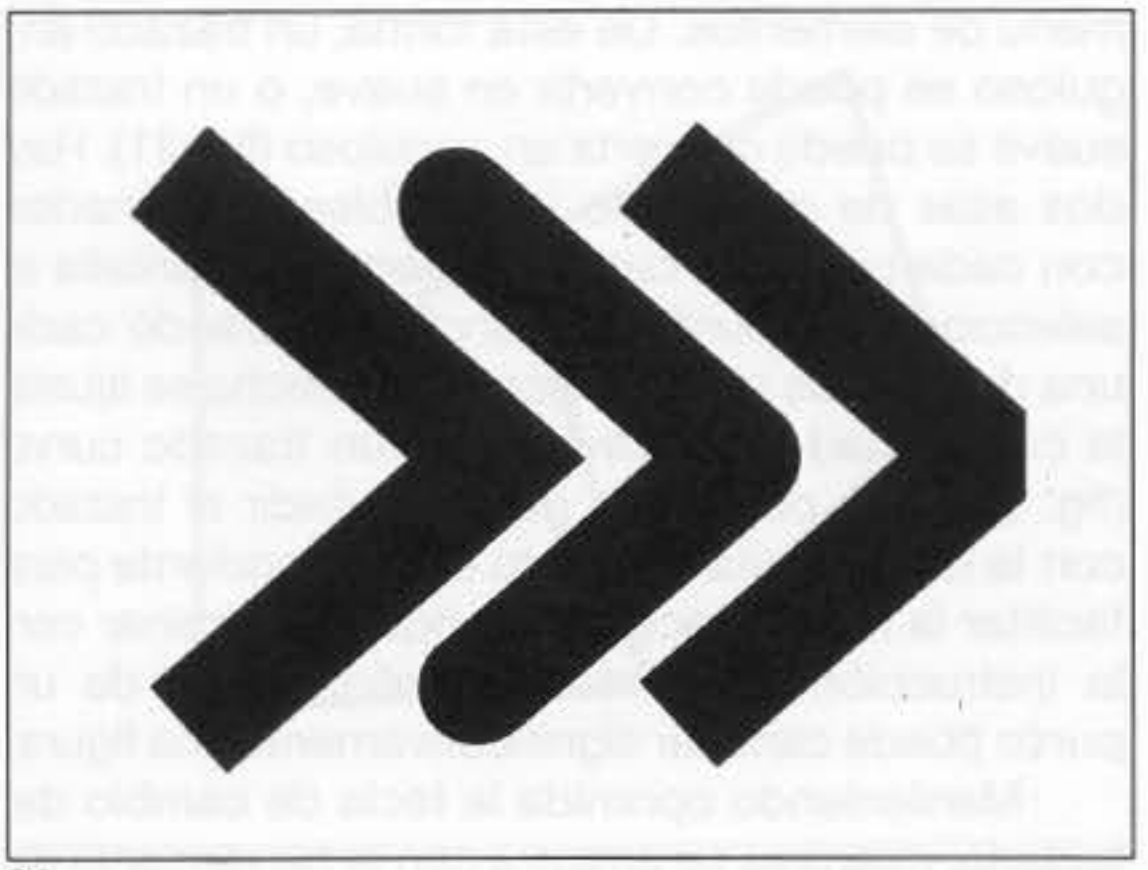
24

También se pueden especificar *límites* y *uniones* para todo recorrido abierto. Los límites, que pueden ser cuadrados o redondos, se añaden a los extremos de las líneas (fig. 25). Las uniones se producen cuando dos líneas se encuentran formando ángulo y pueden ser de forma puntiaguda, redondeada o biselada (fig. 26). Además, la línea puede ser continua o a trazos (fig. 27), o tener un dibujo (fig. 28).

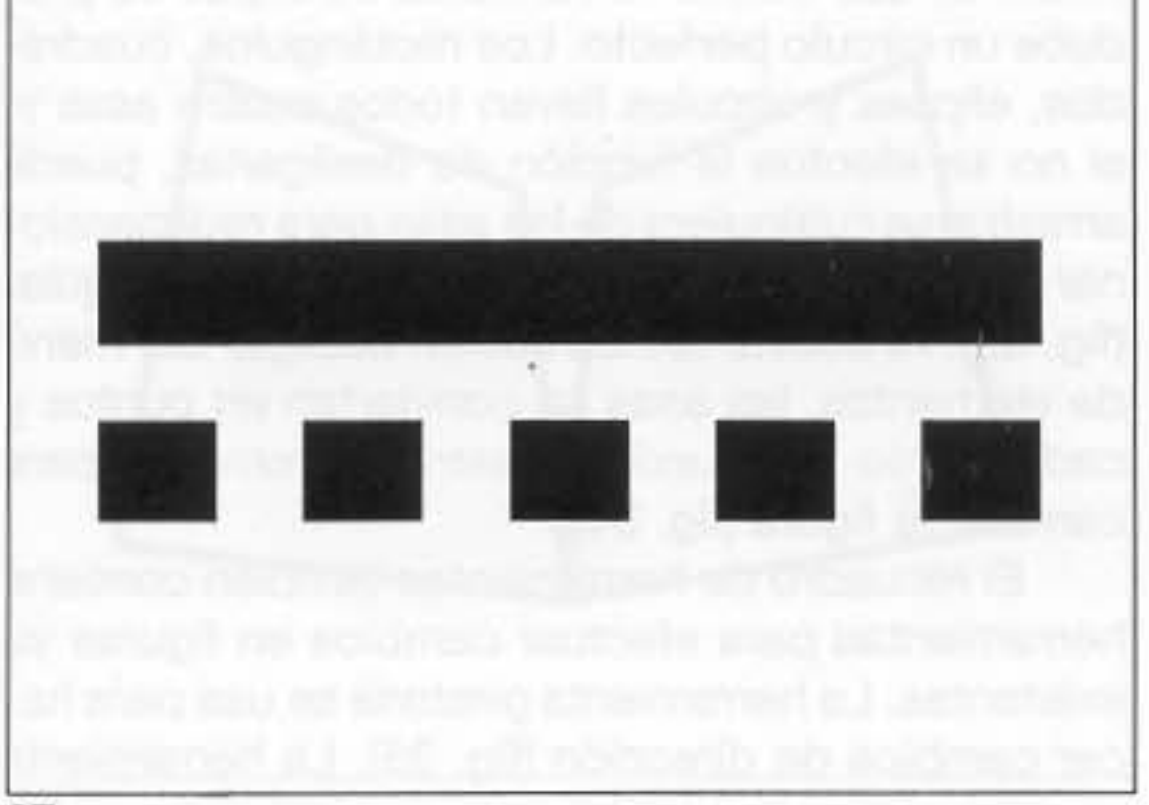
Un trazado cerrado permite cubrir una figura plana con un relleno liso, un relleno *en gradación*, un relleno *radial*, o un relleno de dibujo, que puede ser en un tono de gris o en color (fig. 29). Una vez relleno el recorrido cerrado, hay que escoger los



25



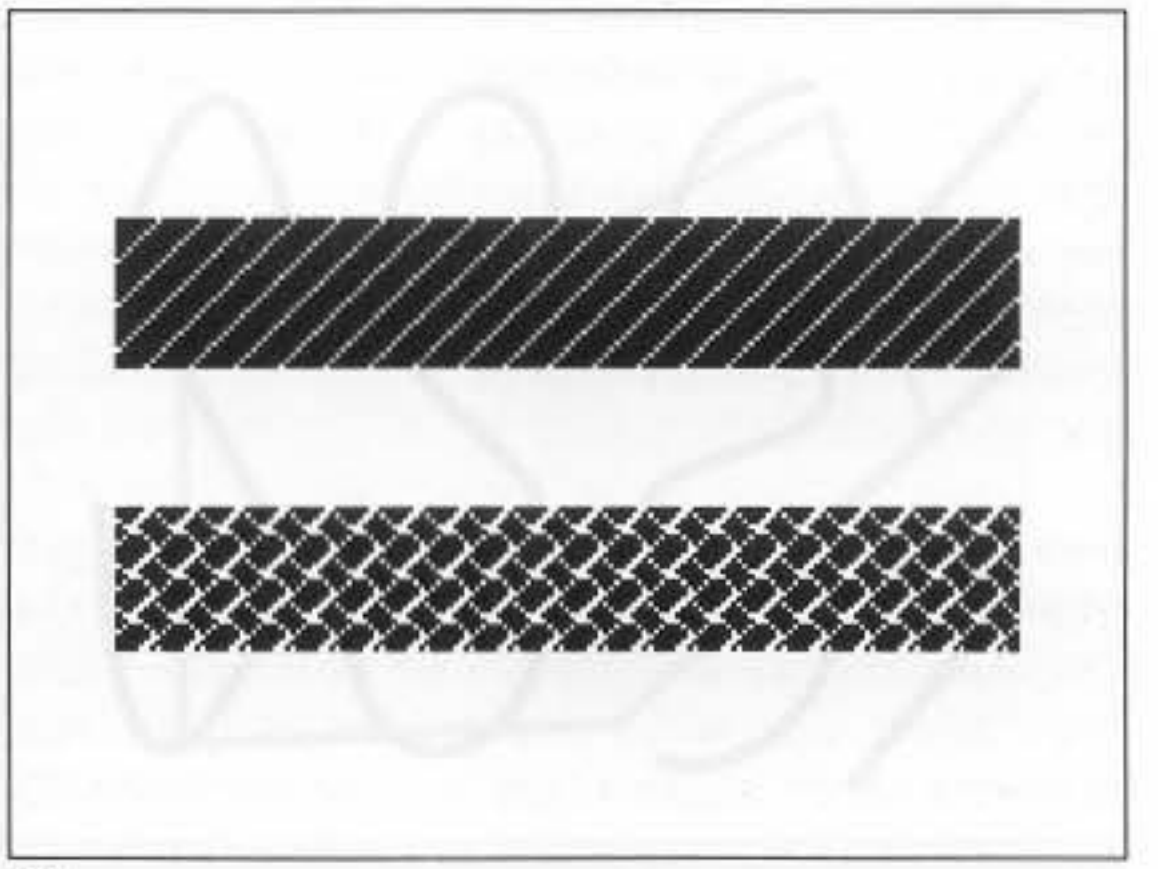
26



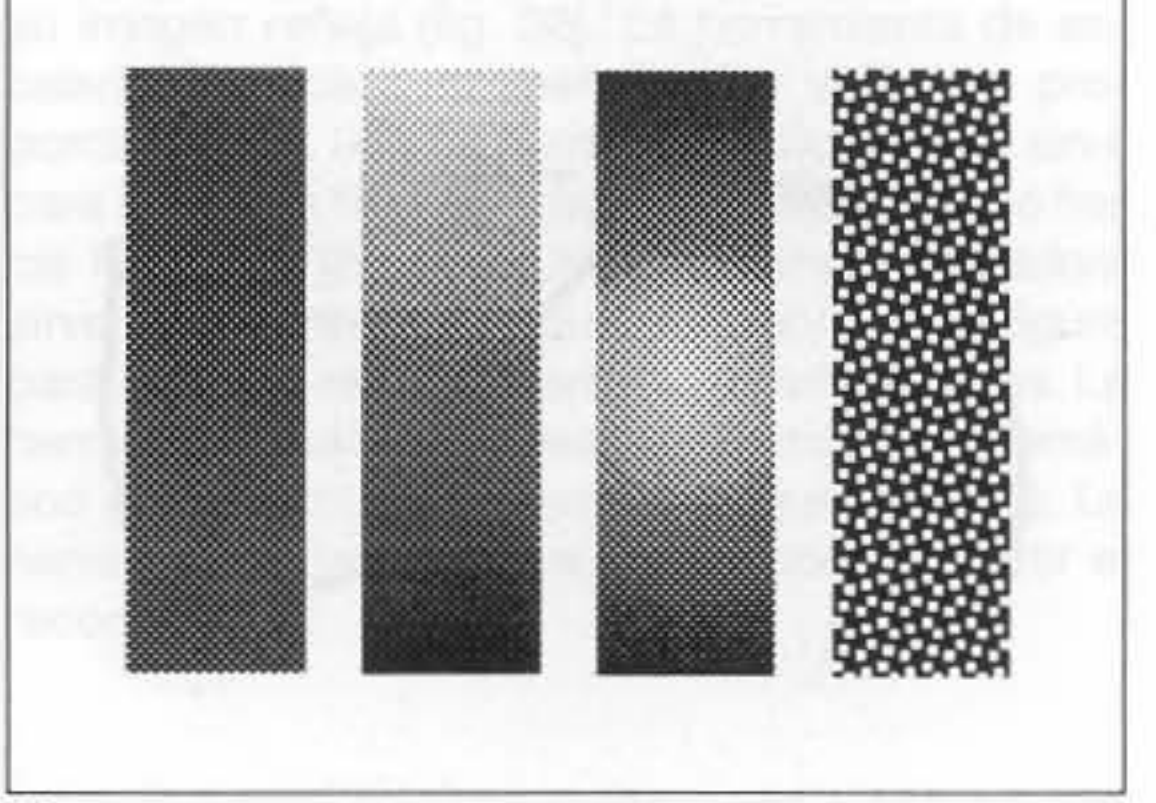
27

atributos de la línea a fin de obtener una figura rebordeada (fig. 30). Si no se desea el reborde, se entra *none (ninguno)* en la línea de atributos de la ventana de diálogo.

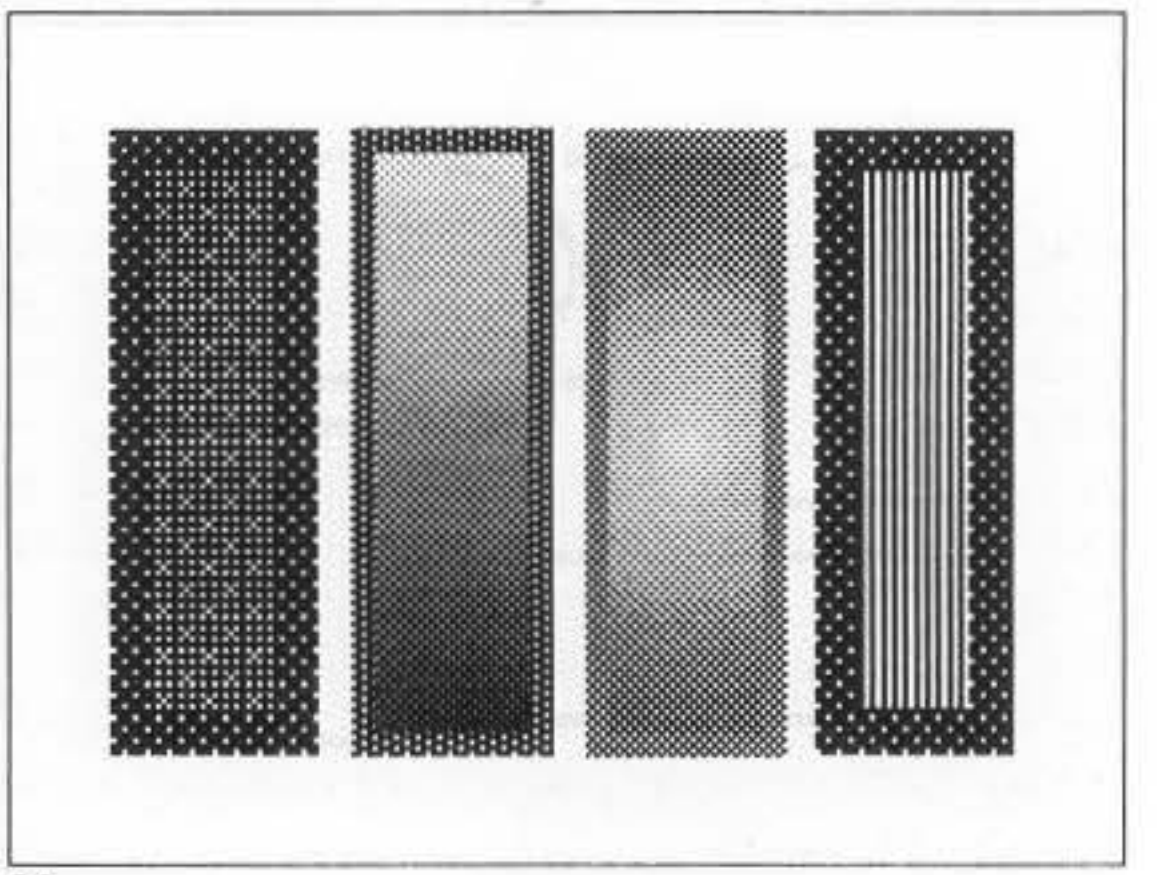
Los trazados se pueden editar antes o después que los atributos. Cada punto de un trazado puede ser seleccionado especialmente y desplazado mediante el indicador de la herramienta *flecha* y se puede arrastrar a cualquier nueva posición que se desee para efectuar el cambio de recorrido. Hay tres tipos de puntos: de *vértice*, de *curva* y de *enlace*, que se producen con el uso de las herramientas respectivas. Un tipo de punto puede ser substituido por otro, usando la instrucción *puntos* del



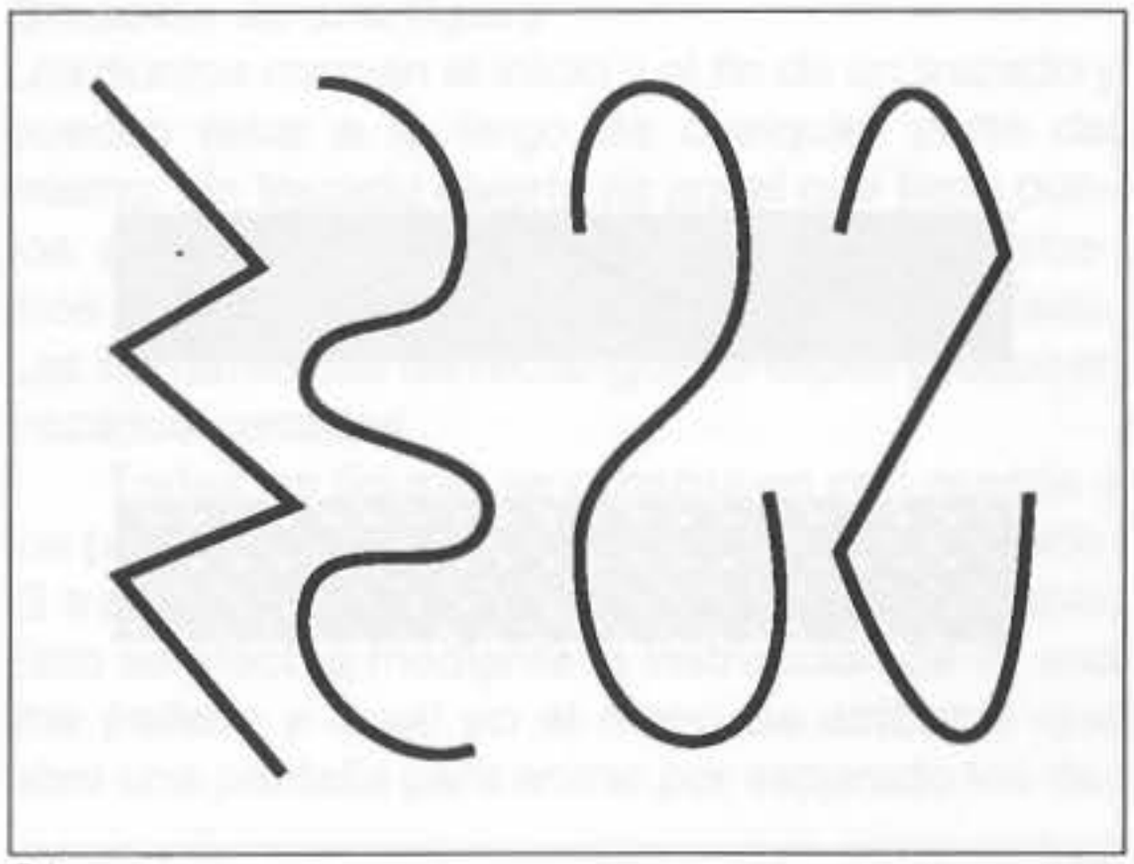
28



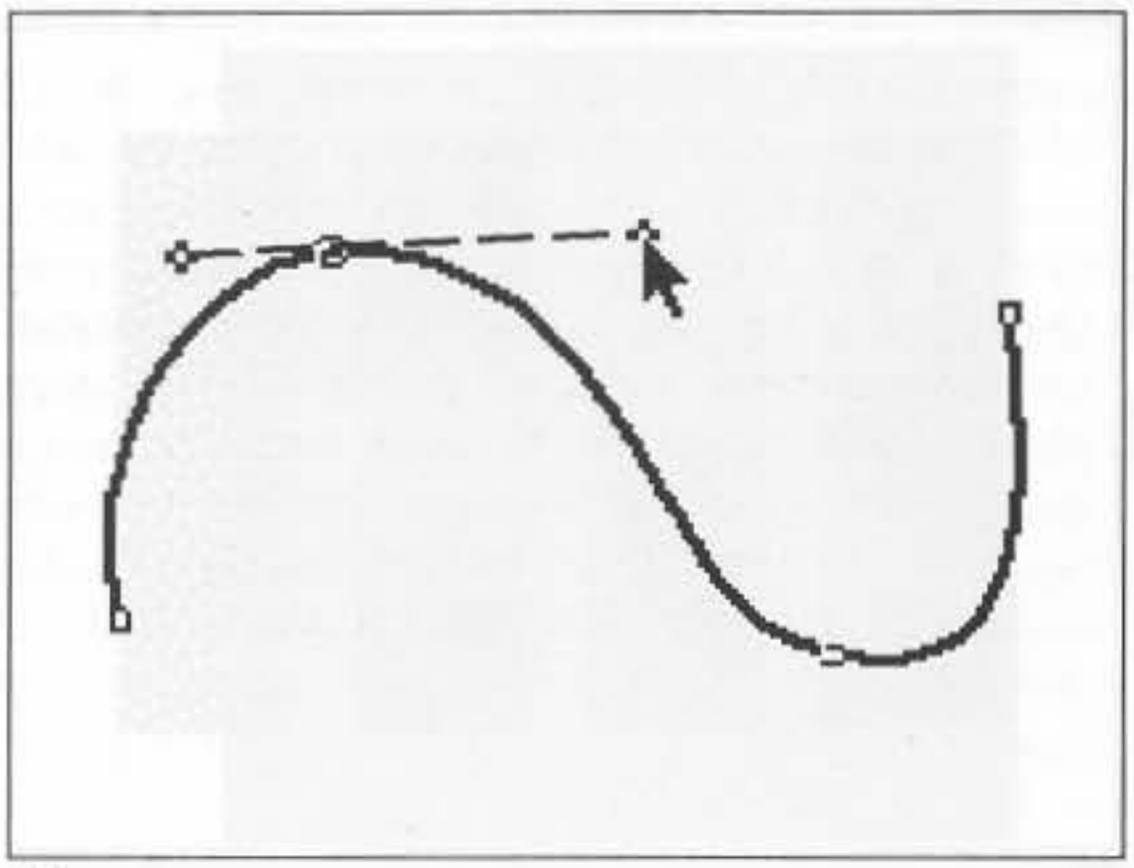
29



30



31

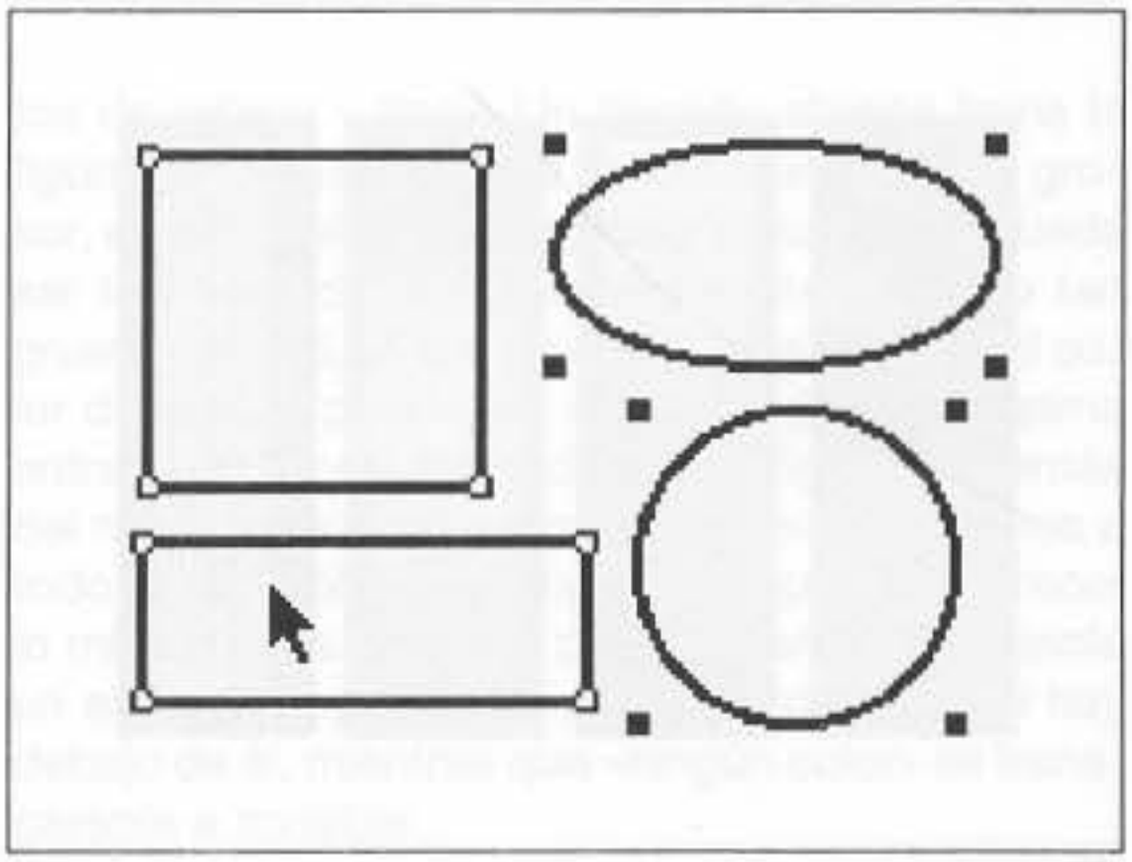


32

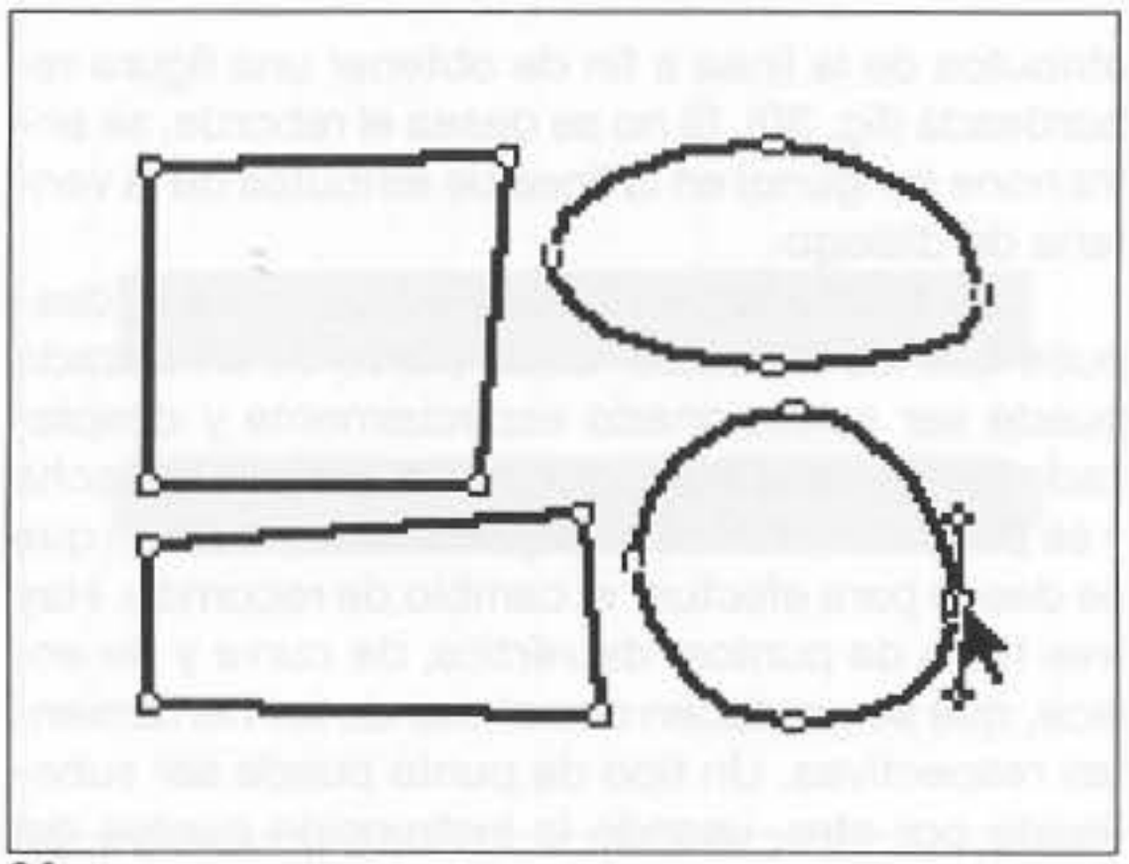
menú de elementos. De esta forma, un trazado anguloso se puede convertir en suave, o un trazado suave se puede convertir en anguloso (fig. 31). Hay dos *asas de control* no imprimibles relacionadas con cada punto de curva. Aparecen en pantalla al seleccionar un punto de curva. Arrastrando cada una de las asas con el indicador de flecha se ajusta la convexidad o concavidad de un trazado curvo (fig. 32). Los puntos se pueden añadir al trazado con la herramienta de punto correspondiente para facilitar la manipulación o se pueden eliminar con la instrucción de puntos. La eliminación de un punto puede cambiar significativamente una figura.

Manteniendo oprimida la tecla de cambio del teclado, mientras se arrastra con la herramienta de rectángulo, se produce un cuadrado perfecto, mientras que con la herramienta de elipse se produce un círculo perfecto. Los rectángulos, cuadrados, elipses y círculos llevan todos cuatro asas y, si no se efectúa la función de desligarlas, puede arrastrarse cualquiera de las asas para redimensionar y reformar el recorrido sin distorsión irregular (fig. 33). Al activar la instrucción *desligar* del menú de elementos, las asas se convierten en puntos y cada punto se puede arrastrar libremente para cambiar la figura (fig. 34).

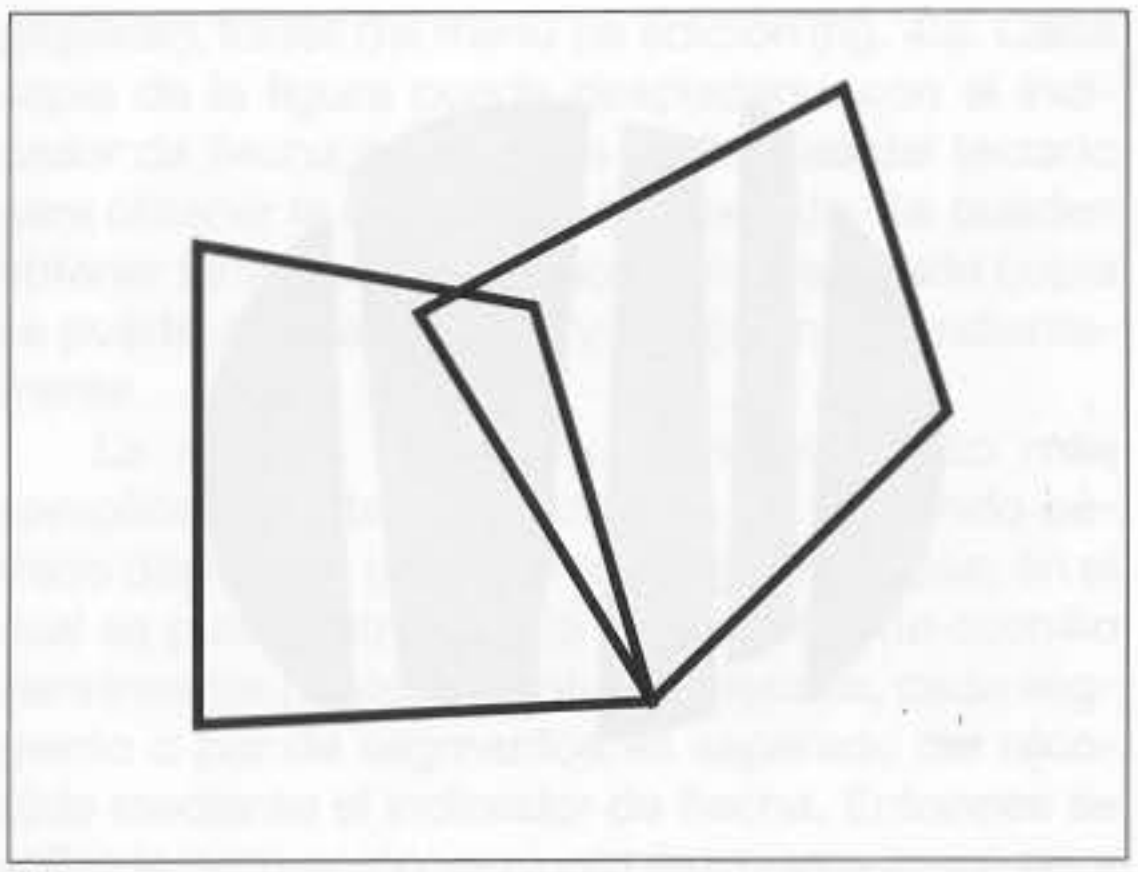
El recuadro de herramientas también contiene herramientas para efectuar cambios en figuras ya existentes. La herramienta *giratoria* se usa para hacer cambios de dirección (fig. 35). La herramienta



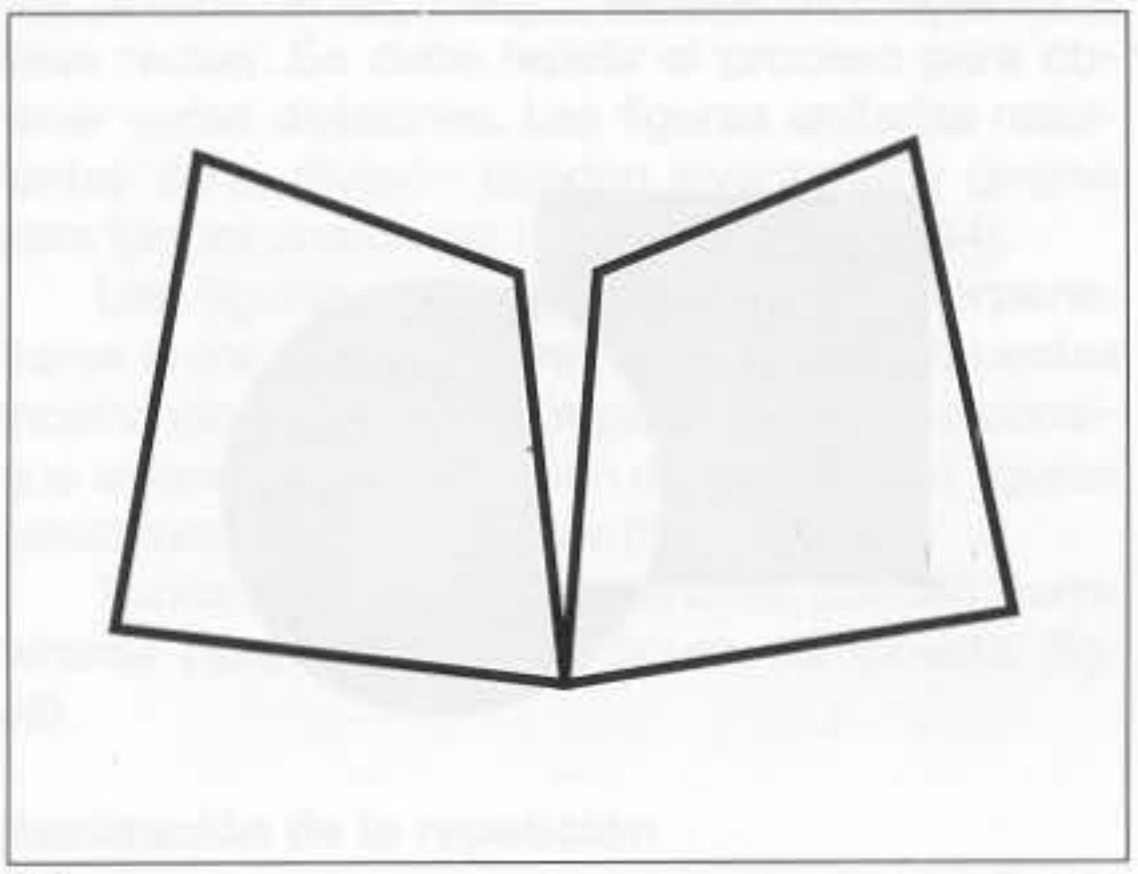
33



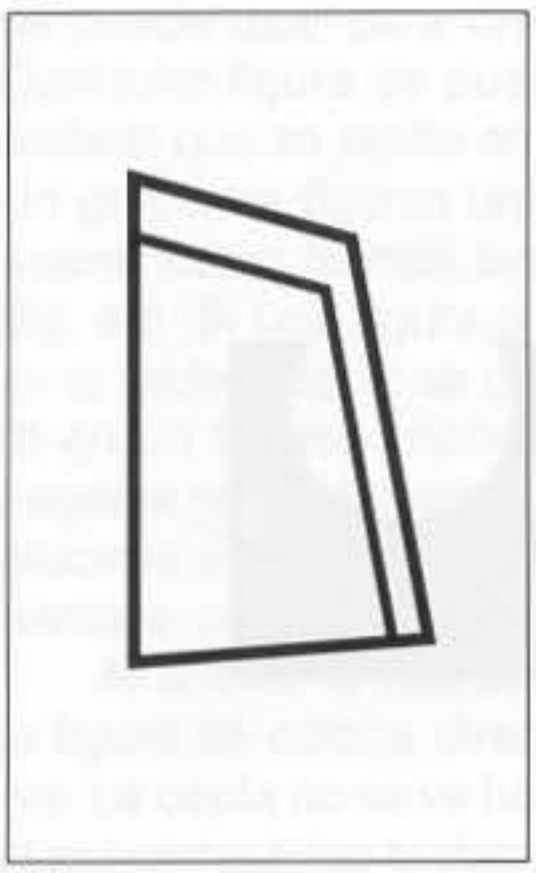
34



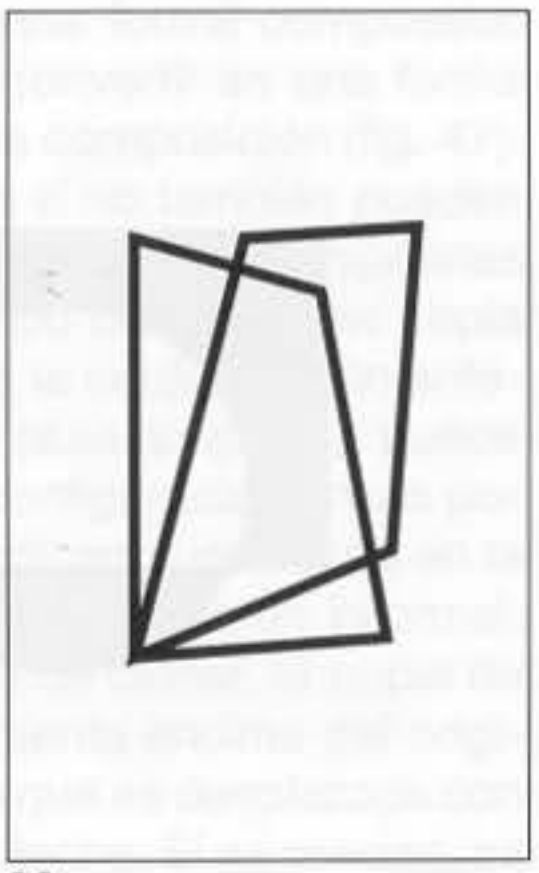
35



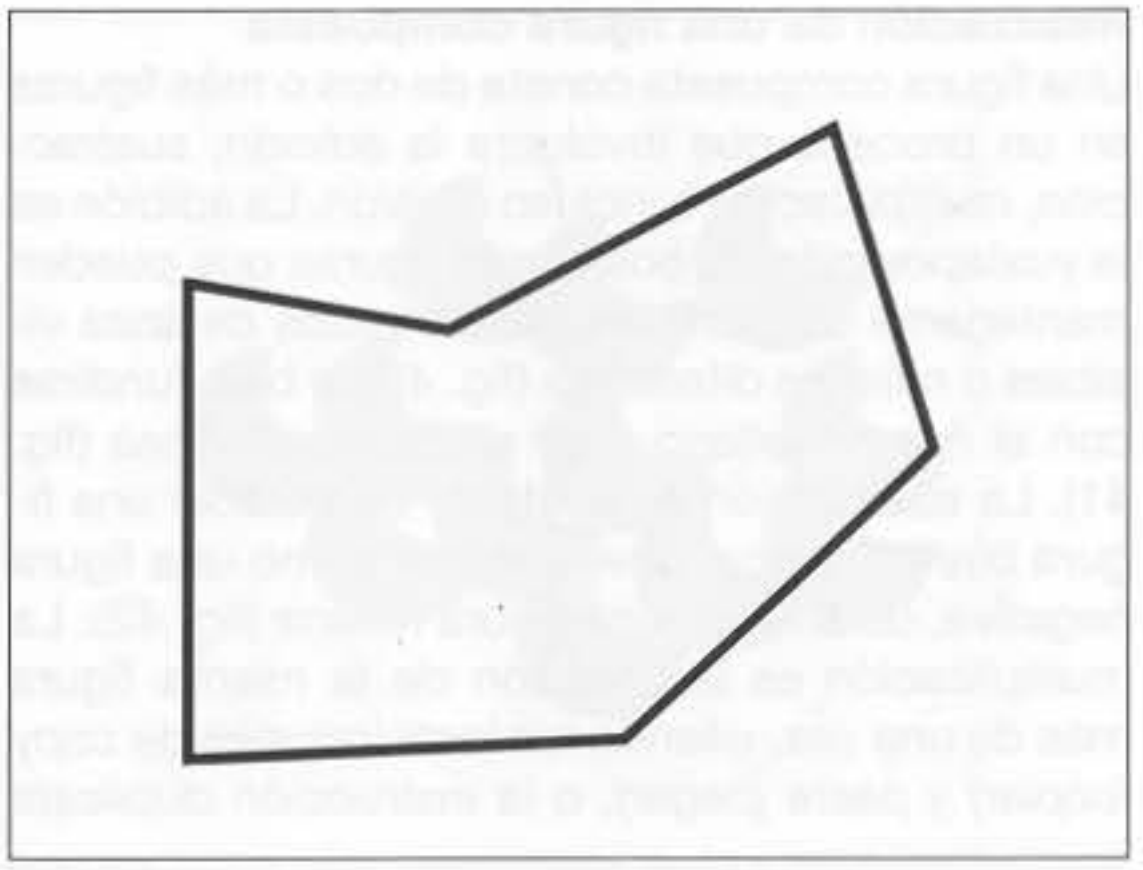
36



37



38

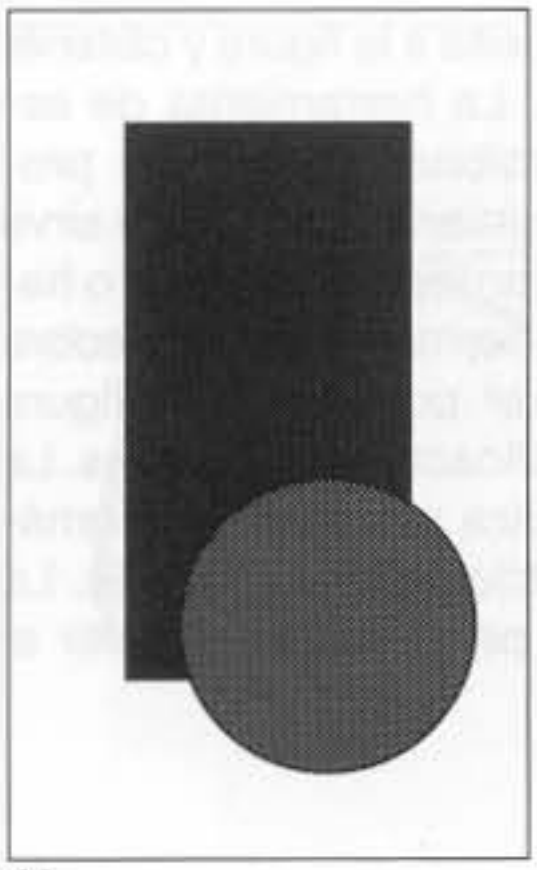


39

reflectante es para dar la vuelta a la figura y obtener su imagen refleja (fig. 36). La herramienta de *escalado* sirve para redimensionar y variar las proporciones (fig. 37). La herramienta *inclinadora* sirve para inclinar la figura hacia arriba, hacia abajo o hacia los lados (fig. 38). La herramienta *ampliadora* sirve para ampliar cualquier porción de la figura para ayudar a realizar modificaciones delicadas. La herramienta *calcadora* realiza el calcado automático de los bordes de cualquier figura (fig. 39). La herramienta *cuchillo* sirve para recortar y partir el recorrido.

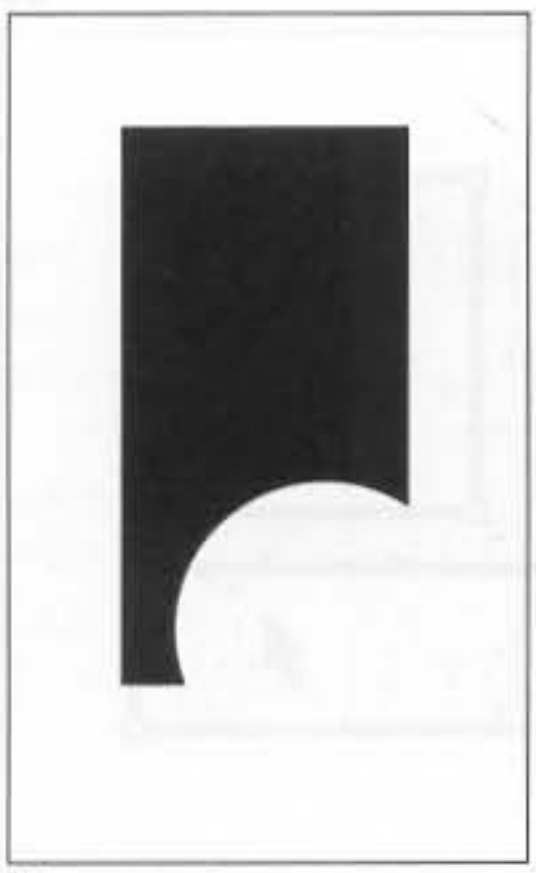
Realización de una figura compuesta

Una figura compuesta consta de dos o más figuras en un proceso que involucra la *adición*, *sustracción*, *multiplicación* o incluso *división*. La adición es la yuxtaposición de dos o más figuras que pueden mantenerse discernibles con atributos de línea visibles o rellenos diferentes (fig. 40), o bien fundirse con el mismo relleno y sin atributos de línea (fig. 41). La sustracción es el efecto de colocar una figura blanca opaca, que funciona como una figura negativa, delante de una figura rellena (fig. 42). La multiplicación es la creación de la misma figura más de una vez, usando las instrucciones de *copy (copiar)* y *paste (pegar)*, o la instrucción *duplicate*

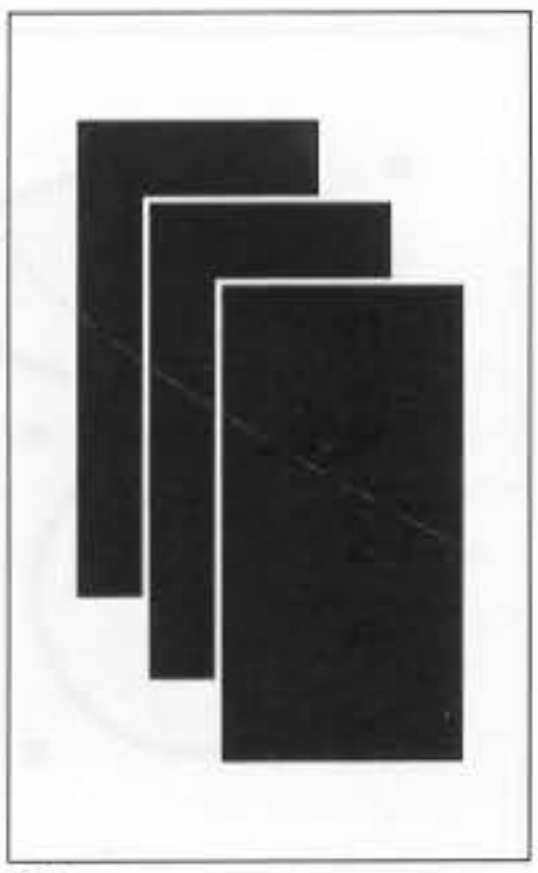


40

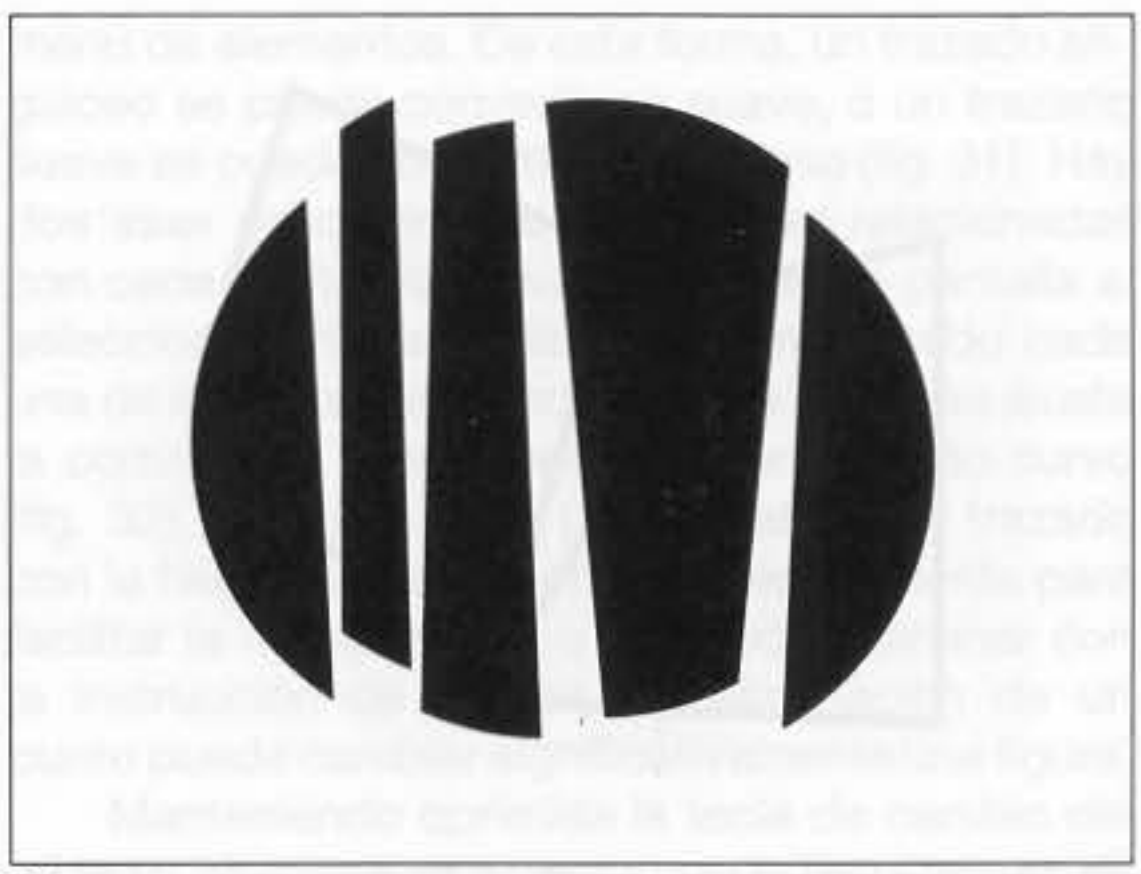
41



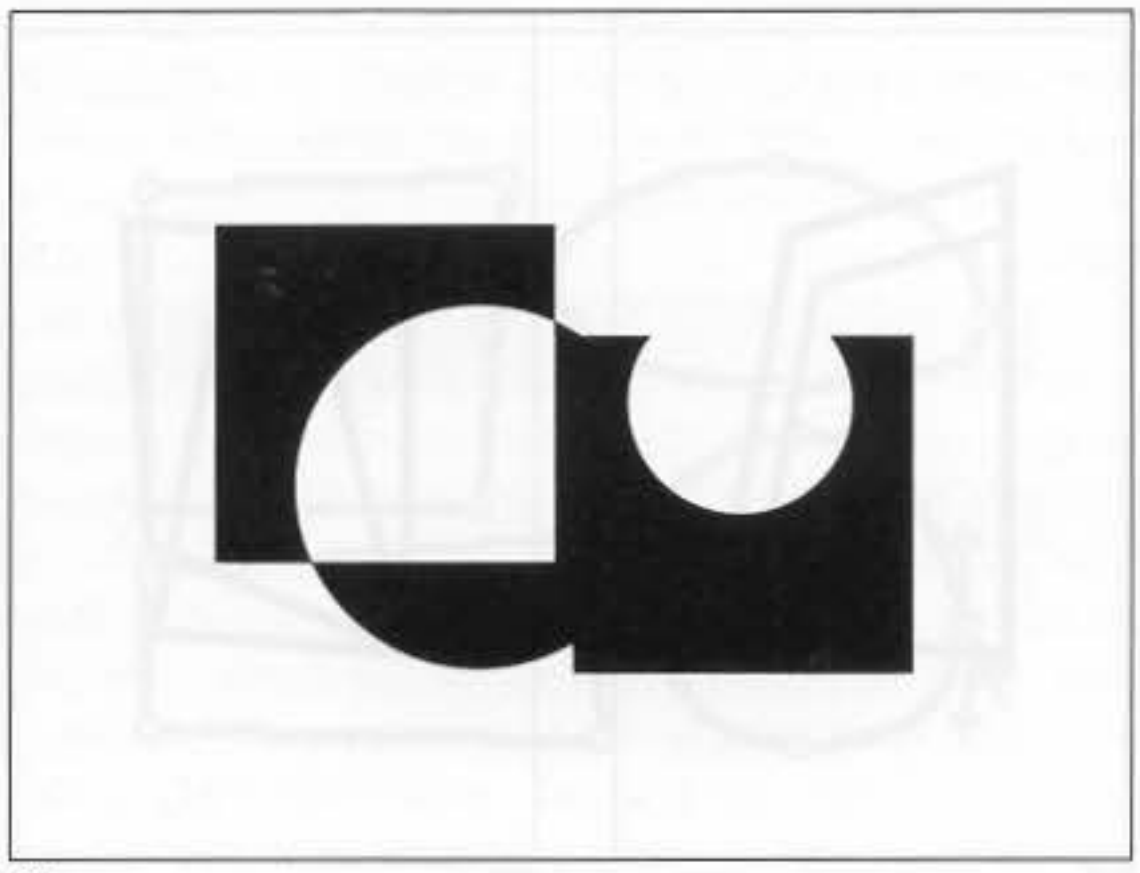
42



43



44



45

46

(duplicar), todas del menú de edición (fig. 43). Cada copia de la figura puede desplazarse con el indicador de flecha o las teclas de flechas del teclado para obtener la configuración deseada. Se pueden obtener tantas copias como se desee y cada copia se puede desplazar, girar y reflejar independientemente.

La división requiere un procedimiento más complicado. Éste se efectúa en un recorrido cerrado desligado, como un rectángulo o elipse, en el cual se puede introducir la herramienta de cuchillo para insertar puntos de rotura. Después, cada segmento o par de segmentos es separado del recorrido mediante el indicador de flecha. Entonces se utiliza la instrucción *join (unir)* del mismo menú para unir puntos de segmentos separados mediante líneas rectas. Se debe repetir el proceso para obtener varias divisiones. Las figuras unitarias resultantes de la división pueden levantarse y girarse para formar una nueva configuración (fig. 44).

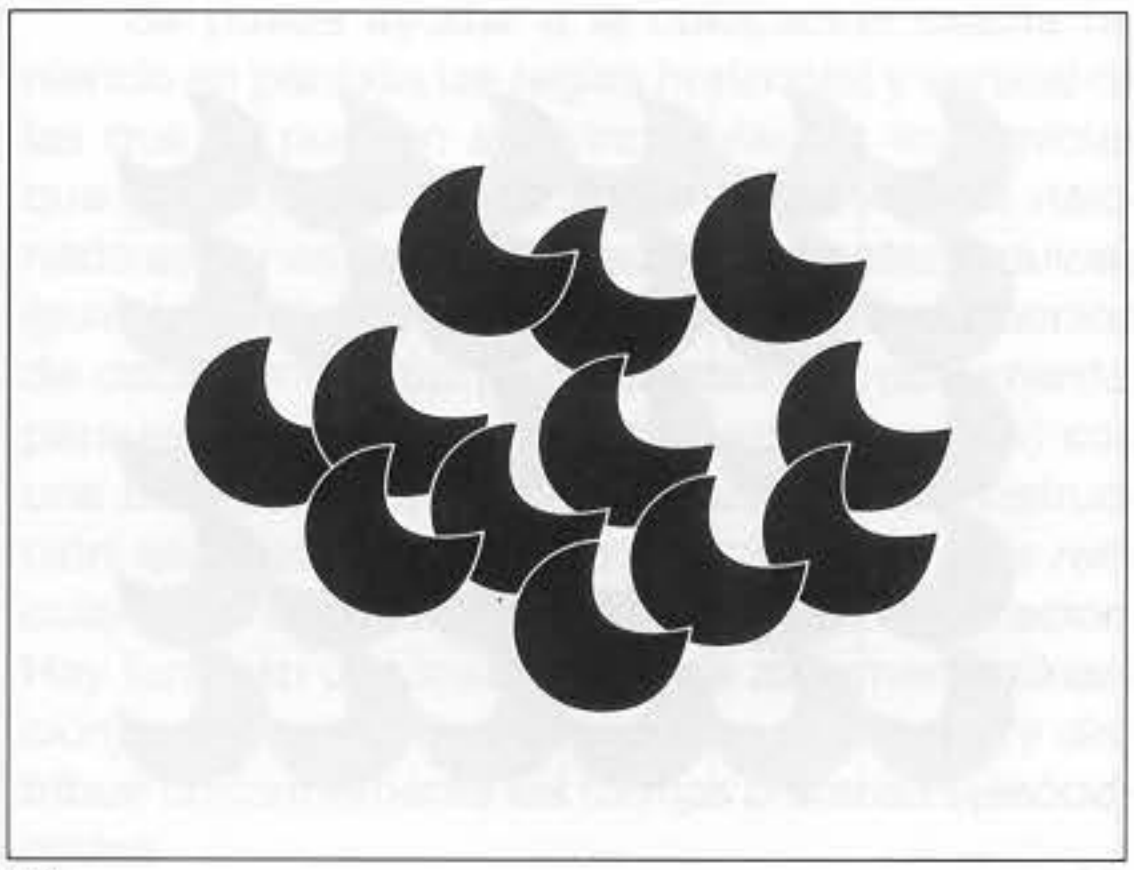
Las figuras yuxtapuestas pueden interpenetrarse entre sí, con el área o áreas superpuestas mostrando el blanco de la pantalla. Esto se consigue activando la instrucción de unir con las figuras seleccionadas y desligadas (fig. 45).

Todos los métodos anteriores pueden combinarse para obtener una figura compuesta (fig. 46).

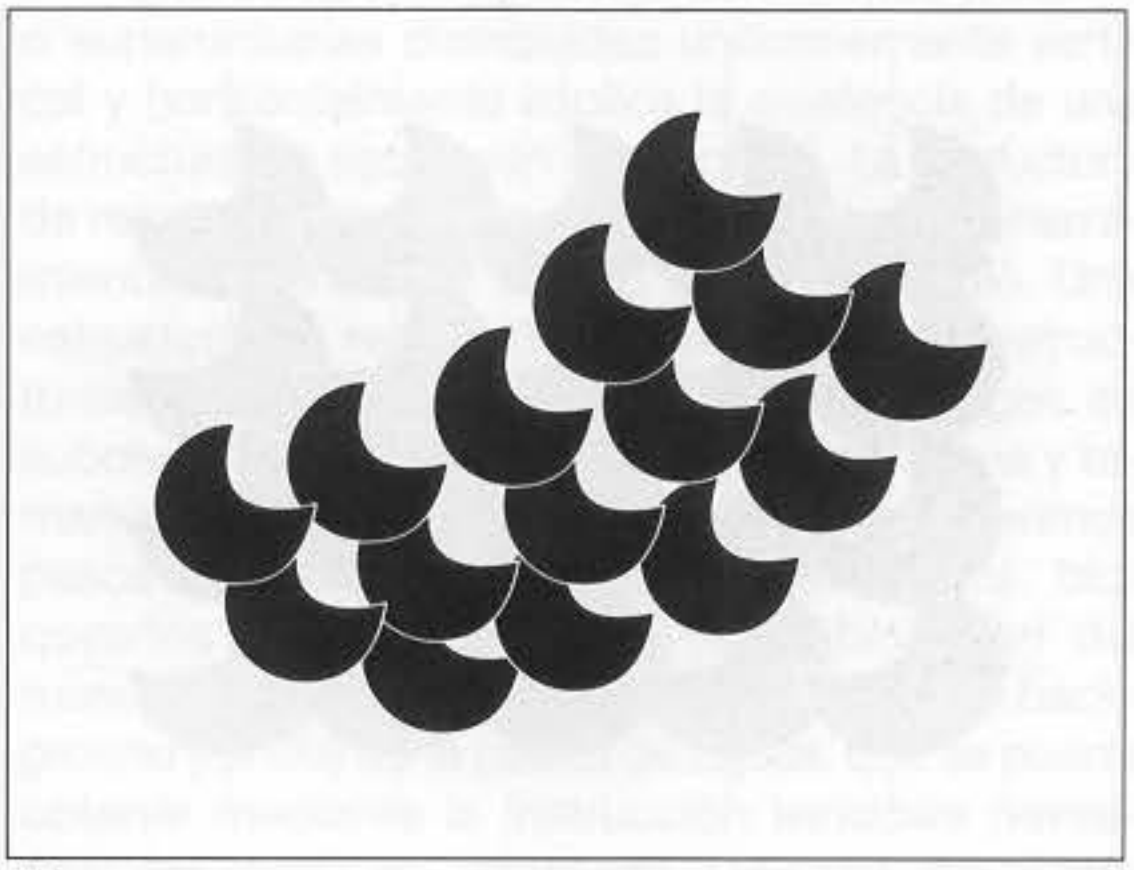
Realización de la repetición

Tal como hemos dicho, la *repetición* de una figura se puede usar para crear una forma compuesta. Cualquier figura se puede convertir en una *forma unitaria* que se repite en una composición (fig. 47). Un grupo de figuras unidas o no también pueden usarse como formas superunitarias para repetirlas (fig. 48). Si una figura o grupo de figuras se copia en el ordenador y se graba la configuración entera en un fichero *clipboard (sujetapapeles)*, puede pegarse repetidamente la configuración en las posiciones indicadas por el indicador de flecha en la pantalla para obtener una composición informal.

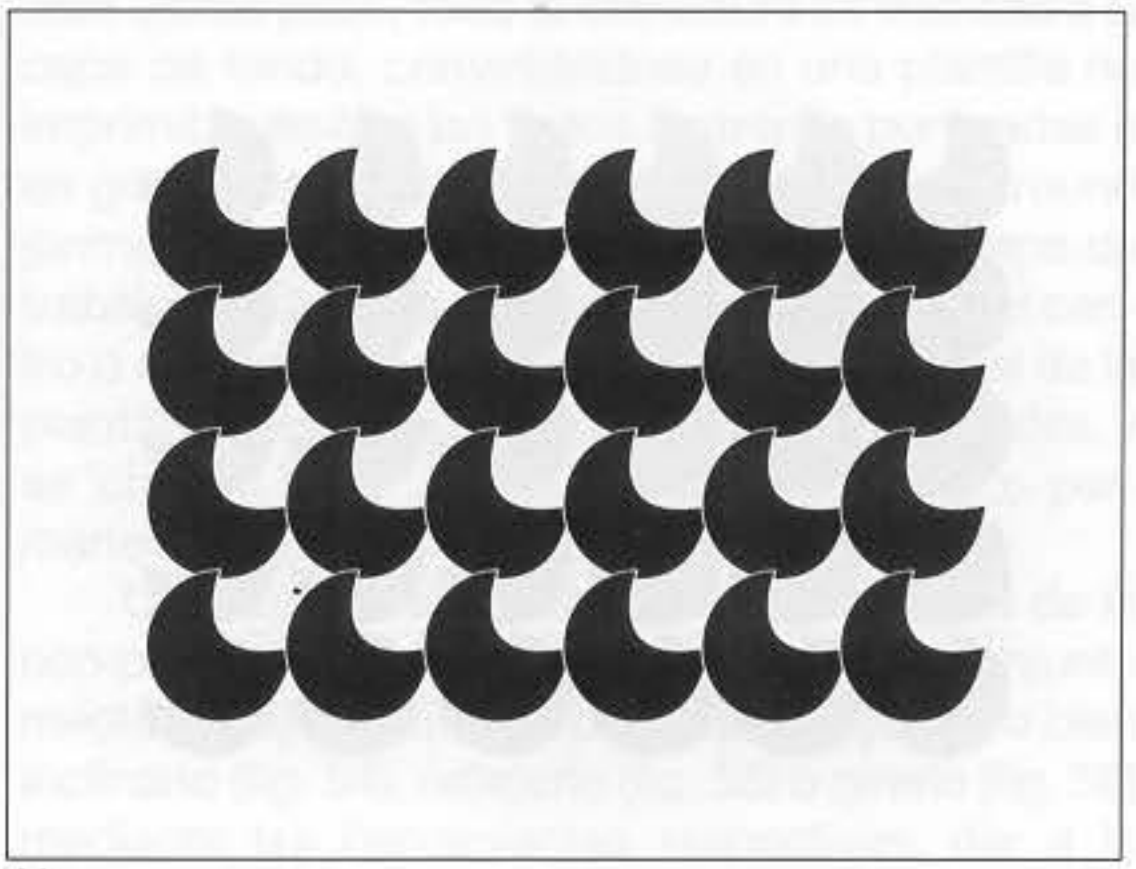
Al activar la instrucción de clonar, la copia de la figura se coloca directamente encima del original. La copia no se ve hasta que es desplazada con el indicador o las teclas de flecha. Si es preciso, se



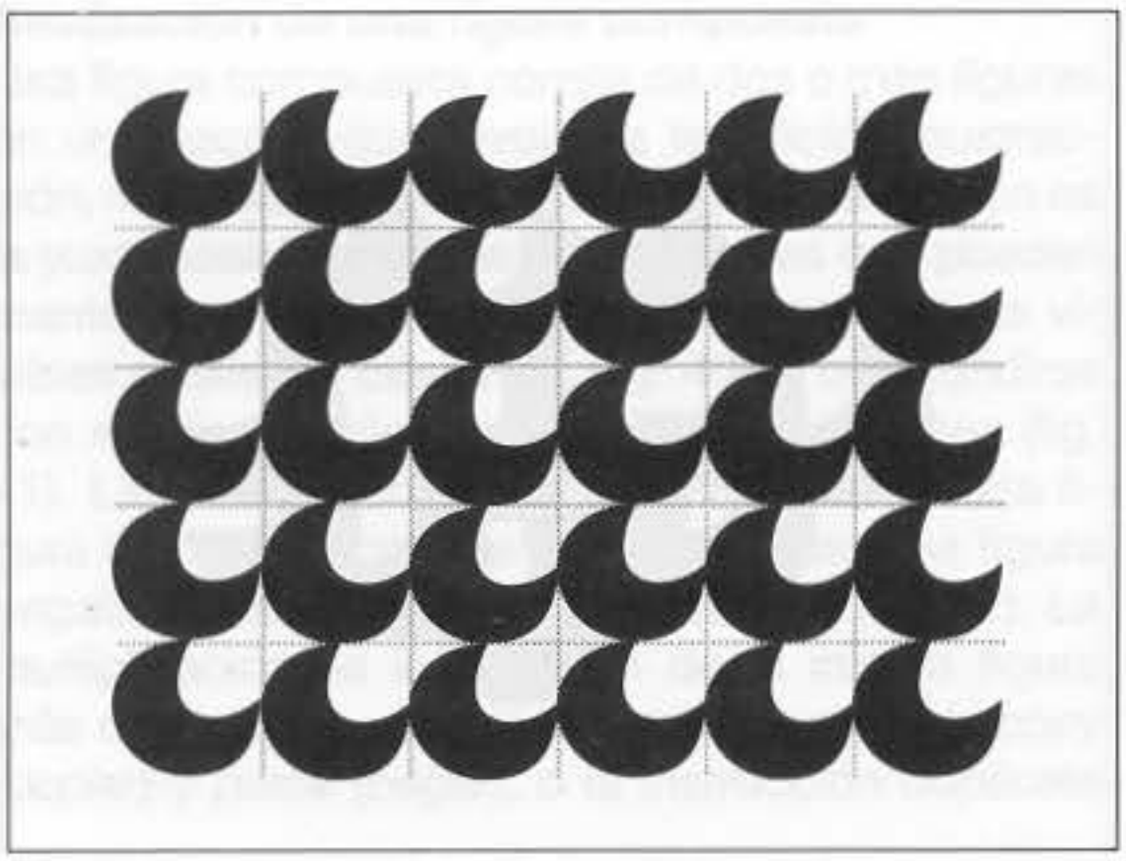
47



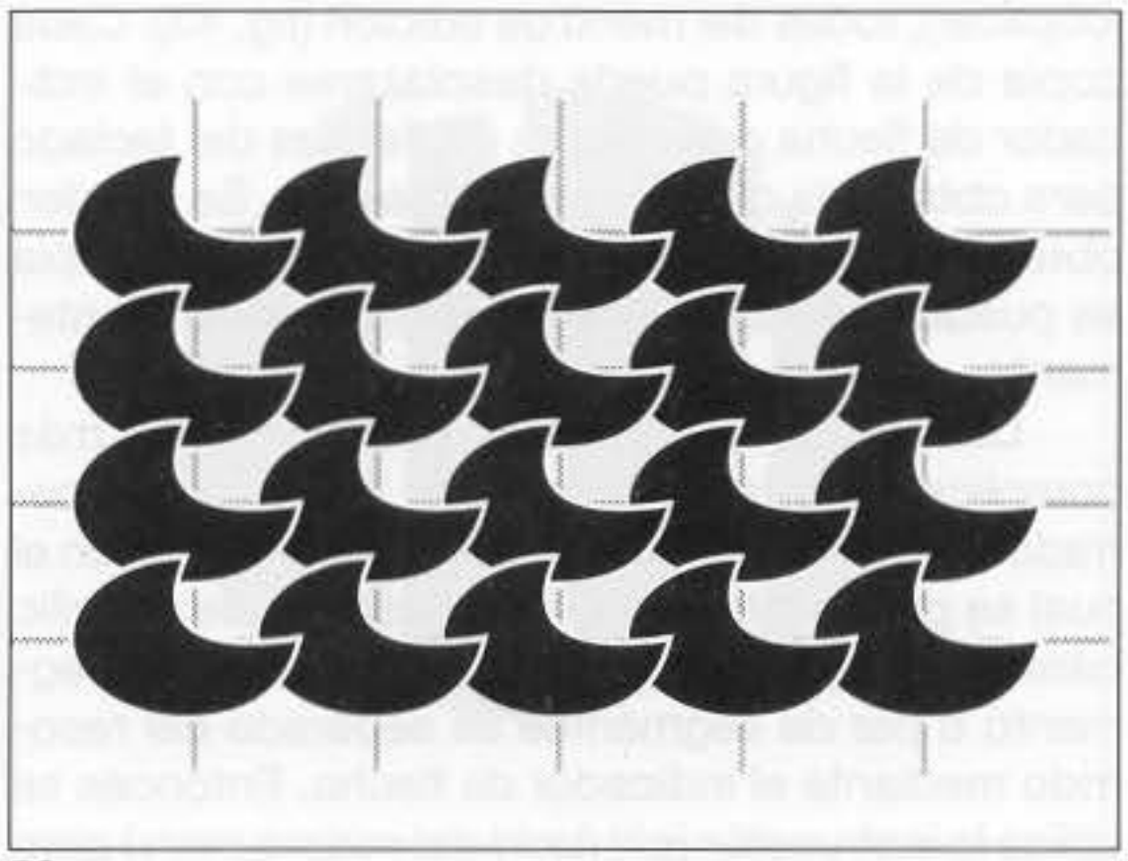
48



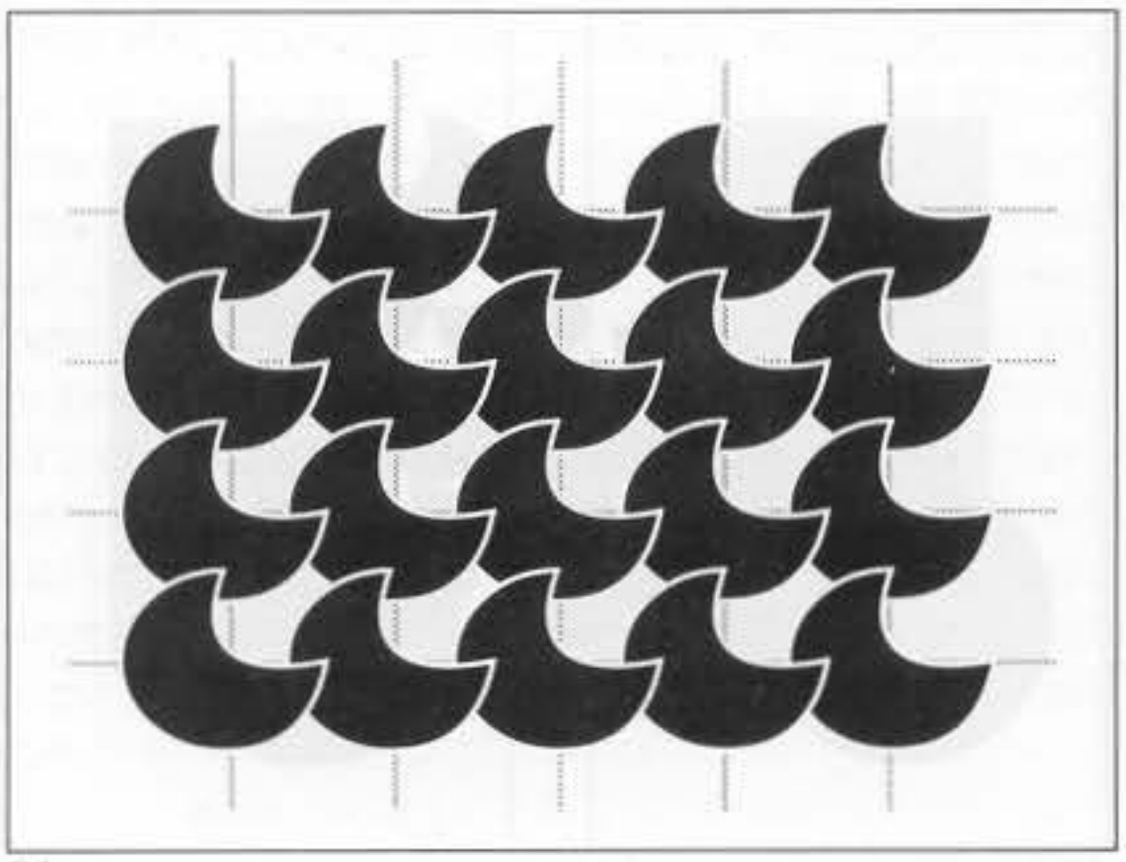
49



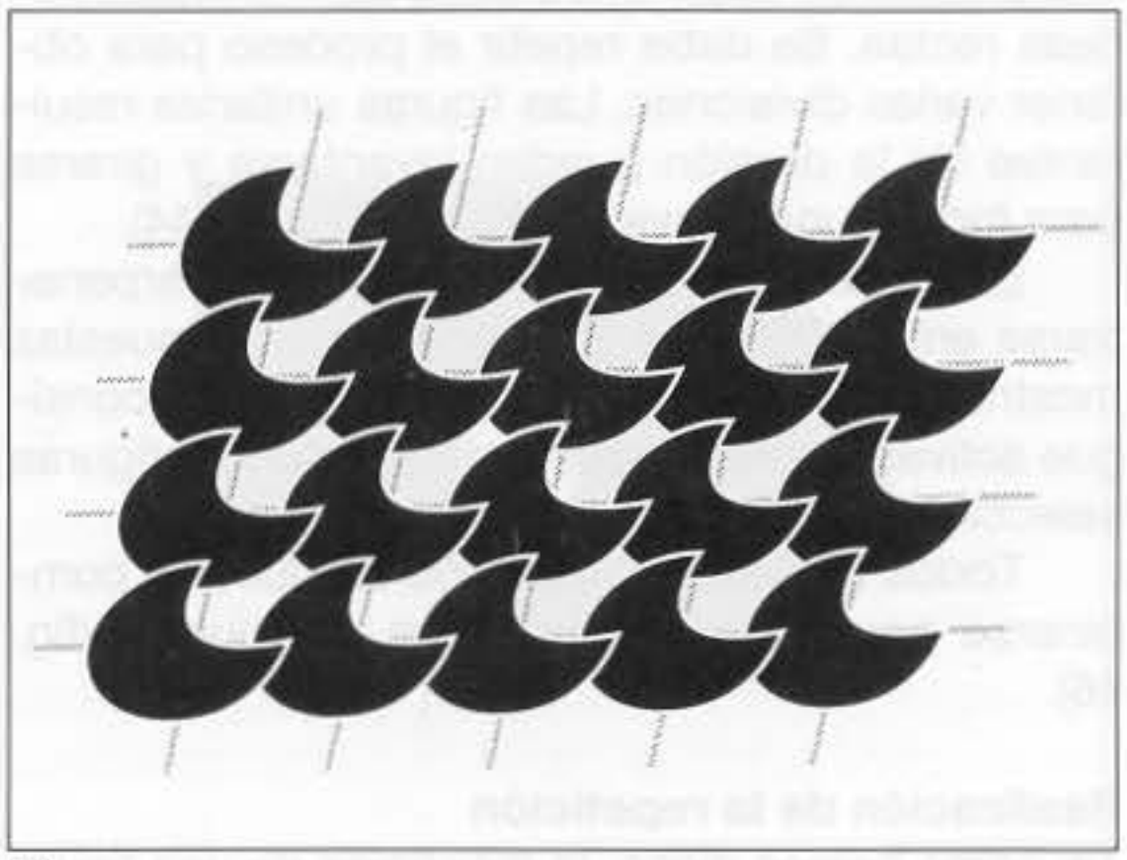
50



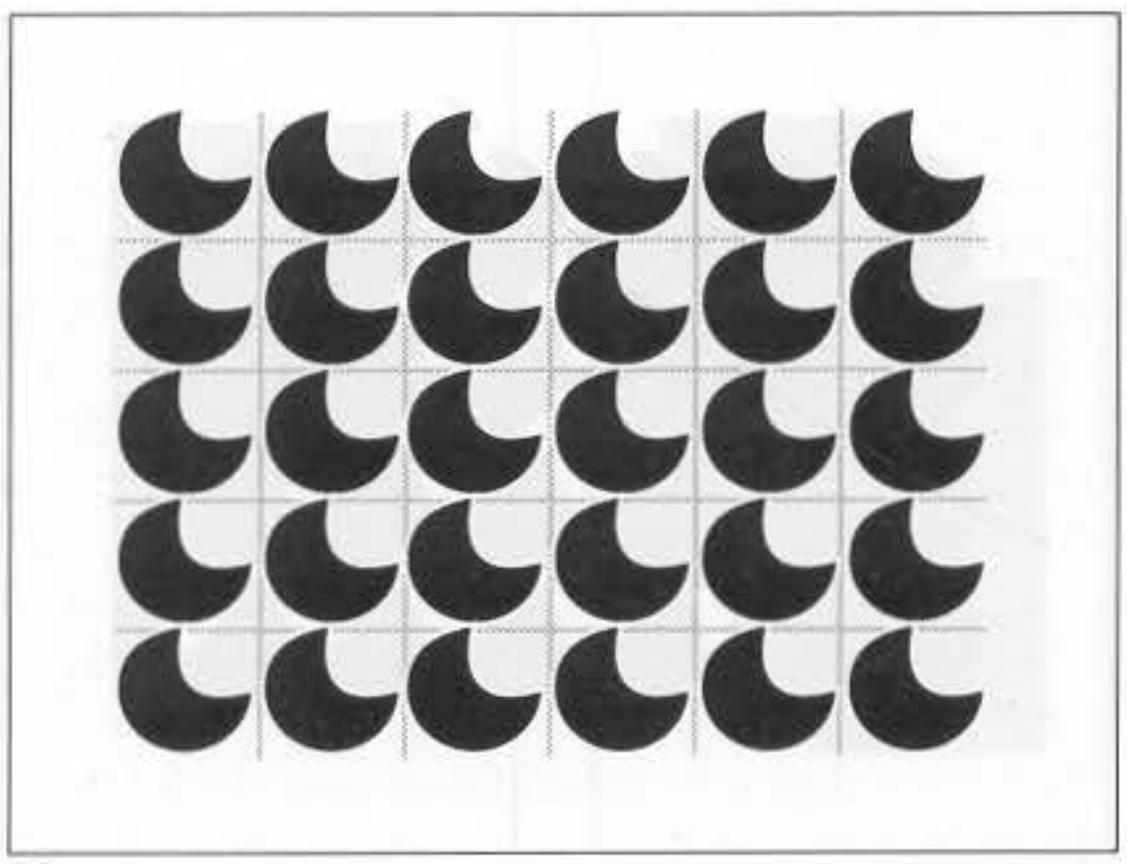
53



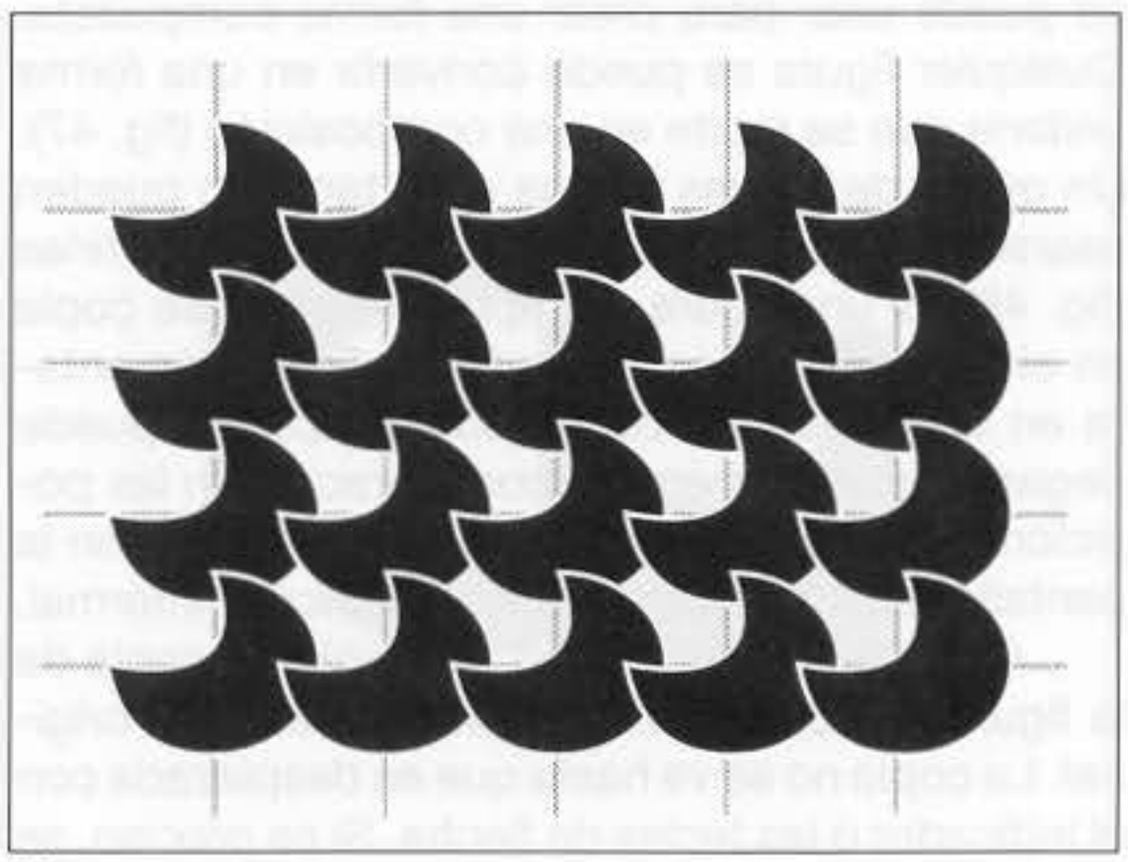
51



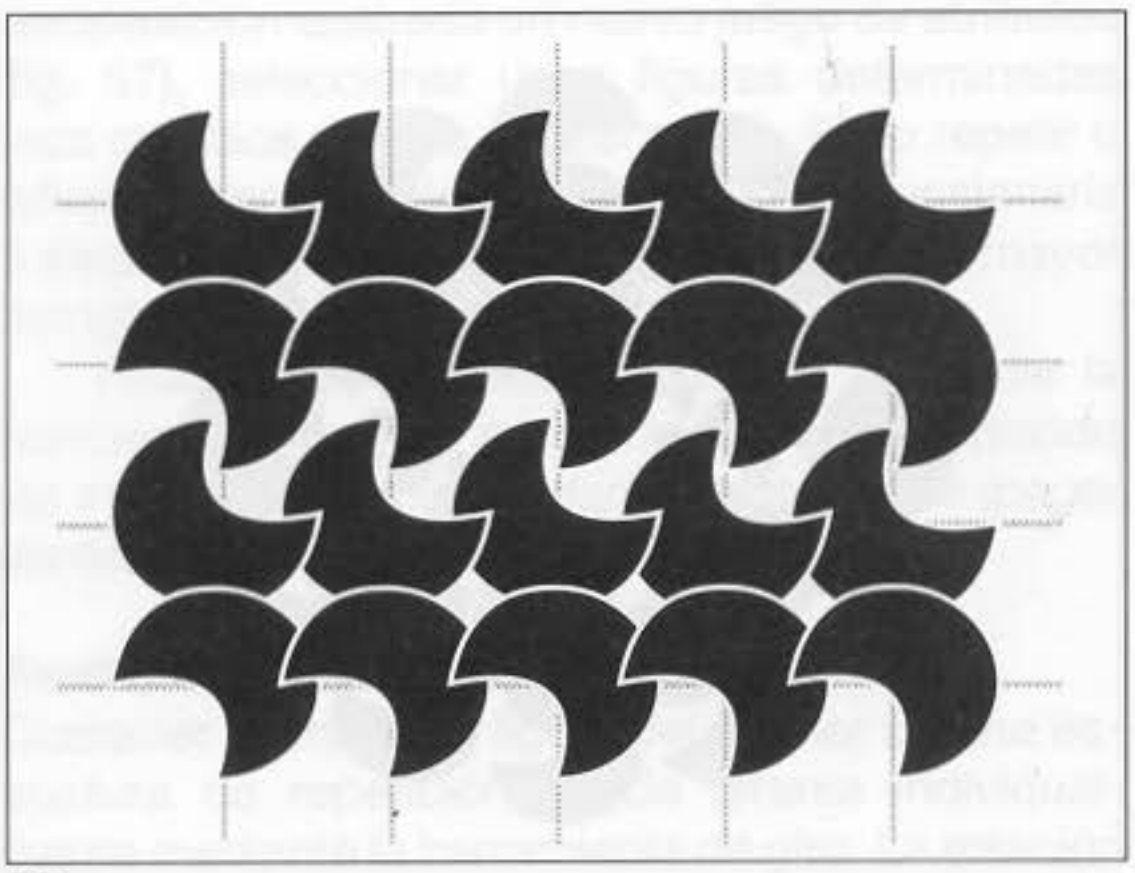
54



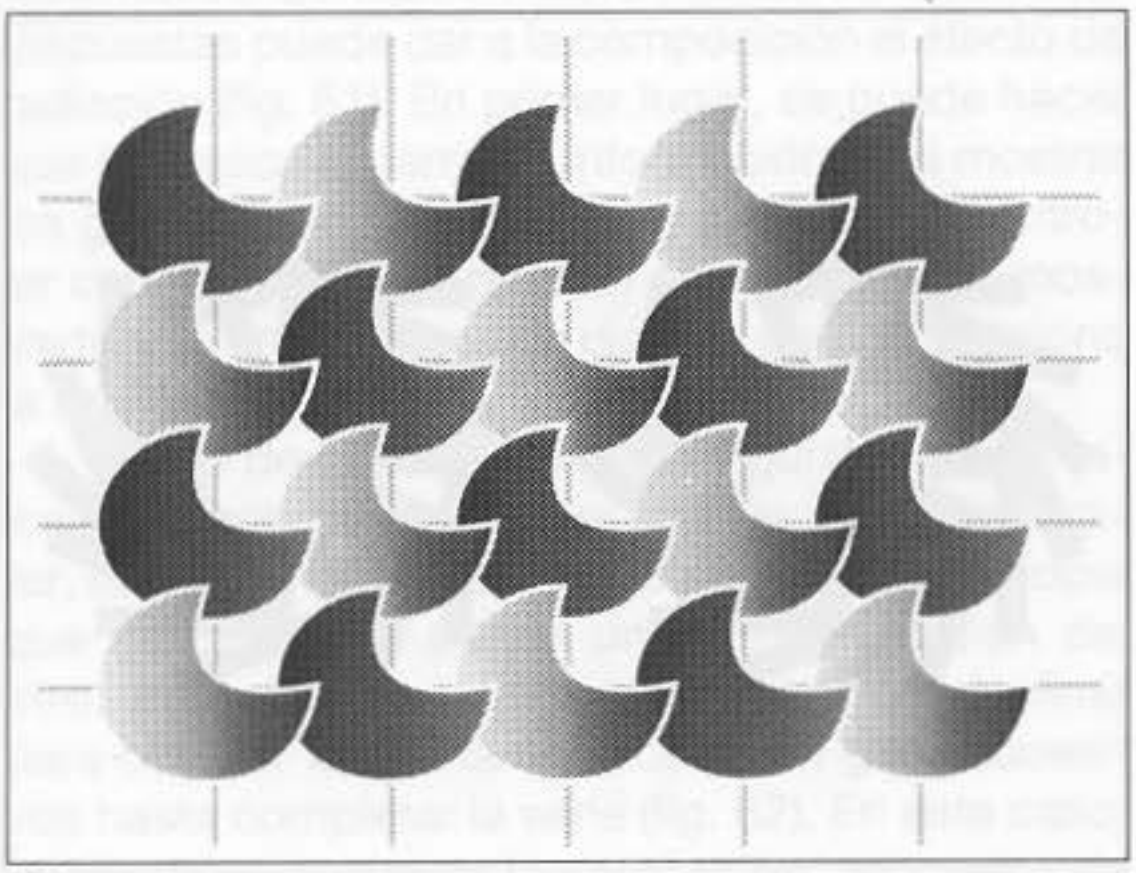
52



55



56



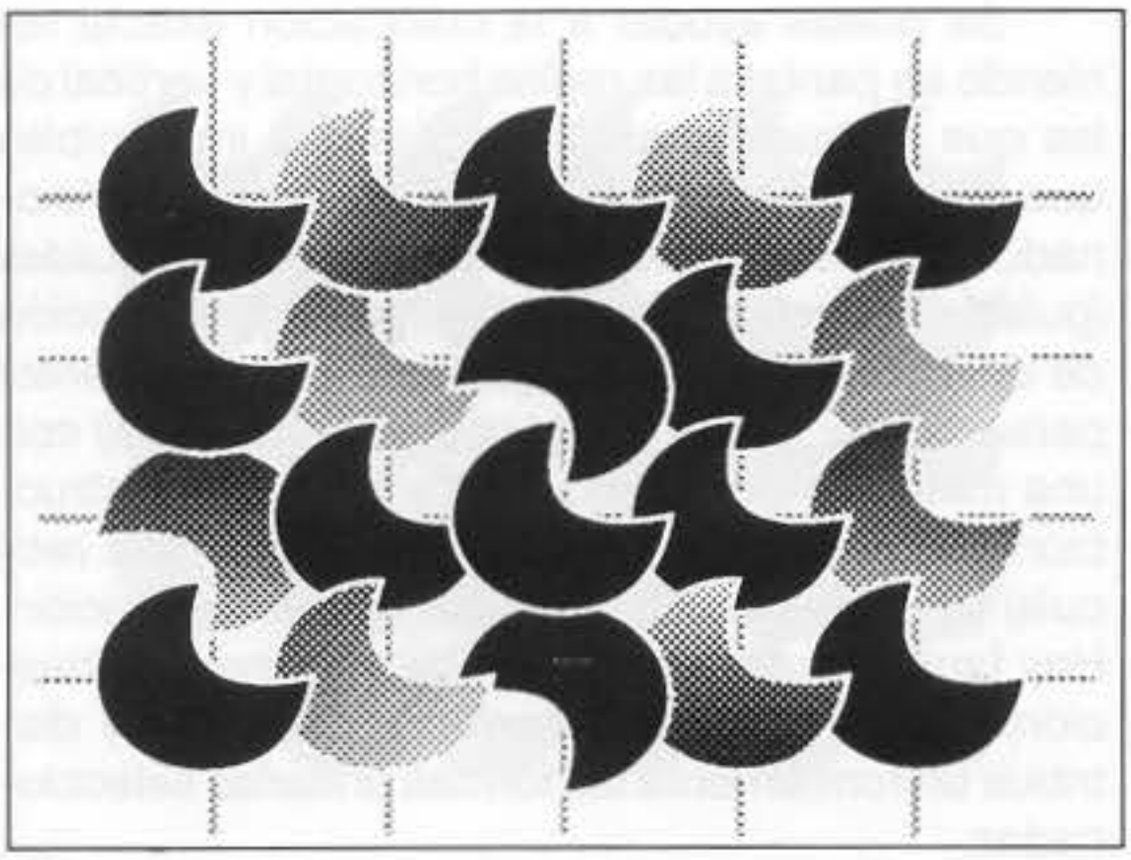
57

puede acceder a la ventana de diálogo asociada a la instrucción de mover a fin de entrar los datos numéricos para un desplazamiento a unas coordenadas concretas. Cuando se ha desplazado la copia una vez, puede hacerse que copias sucesivas aparezcan con desplazamientos idénticos activando la instrucción de duplicar. Todos estos desplazamientos pueden formar una fila o una columna que, a su vez, puede ser clonada, desplazada y duplicada para esparcir la repetición vertical, horizontal o diagonalmente. De esta forma, puede conseguirse una composición formal con posiciones repetitivas de figuras que tienen atributos idénticos (fig. 49).

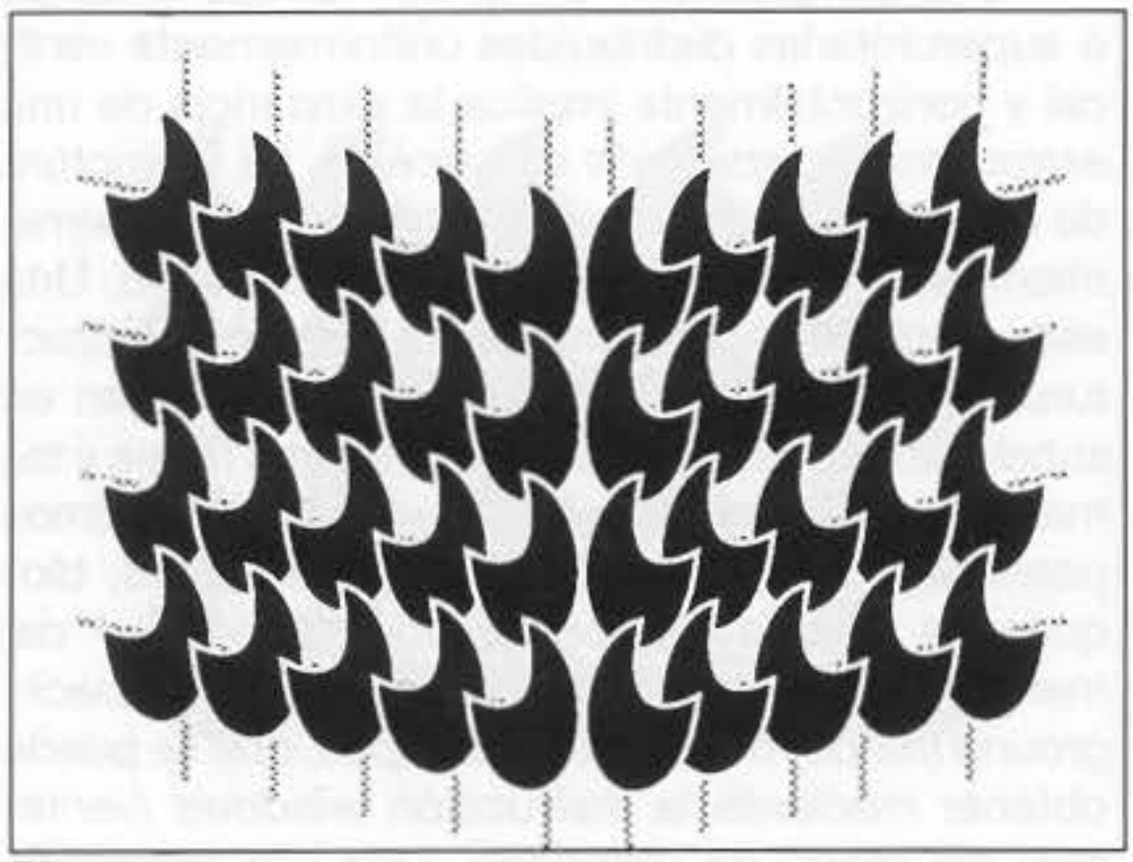
Se puede ayudar a la colocación exacta teniendo en pantalla las reglas horizontal y vertical de las que se pueden arrastrar guías no imprimibles que formen una retícula lineal. En el menú de visionado están las instrucciones *rulers (reglas)* y *guides (guías)*. En el menú de *archivar* hay una instrucción de *document setup (configuración de documento)* para establecer una *visual grid (retícula visual)* con una matriz de puntos equidistantes y una instrucción separada de *snap-to grid (separar para retícula)* para efectuar la operación de la separación. Hay también una instrucción de *alignment (alineación)* en el menú de elementos para alinear y distribuir uniformemente las formas unitarias seleccionadas.

Una composición formal con formas unitarias o superunitarias distribuidas uniformemente vertical y horizontalmente implica la existencia de una *estructura de repetición subyacente*. La estructura de repetición se puede diseñar mediante las herramientas de línea, de ángulo o de rectángulo. Una estructura de repetición consta de *líneas estructurales* que dividen la superficie de la imagen en *subdivisiones estructurales* de la misma forma y tamaño. Una vez formada la estructura, los próximos pasos son seleccionar todos los elementos, bloquearlos con la instrucción *lock (bloquear)* del menú de elementos y hacer clic en la palabra *background (fondo)* de la paleta de *capas*, que se puede obtener mediante la instrucción *windows (ventanas)* del menú de visionado. Una vez efectuado este último paso, toda la estructura se traslada a la capa de fondo, convirtiéndose en una plantilla no imprimible en que las líneas aparecen punteadas o en gris. Si se hace clic sobre la palabra *foreground (primer plano)* de la paleta, se vuelve a la capa de trabajo. Las formas unitarias pueden ocupar el centro o una esquina de cada división estructural de la plantilla, o las uniones de las líneas estructurales, y se pueden tocar (fig. 50), solapar (fig. 51) o permanecer separadas entre sí (fig. 52).

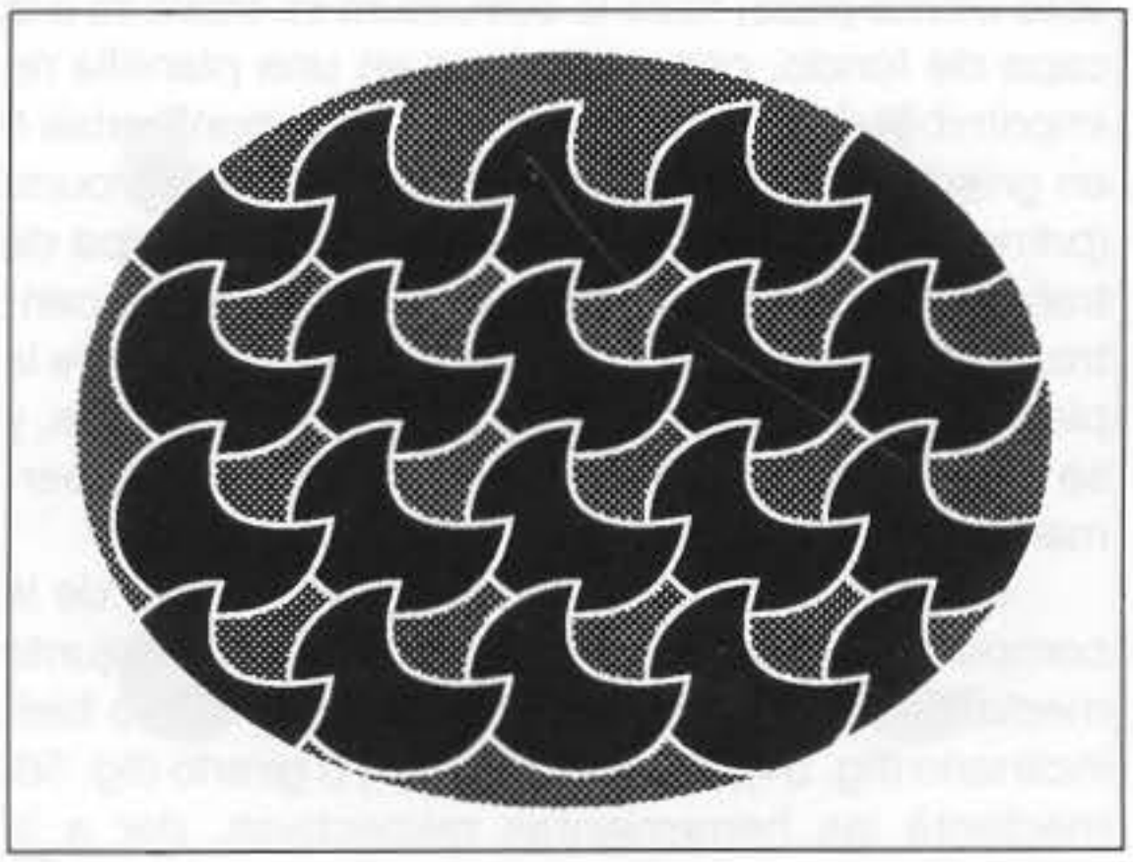
Cuando se llega a un determinado nivel de la composición, se puede transformar el conjunto mediante la herramienta de escalar (fig. 53), o bien inclinarlo (fig. 54), reflejarlo (fig. 55) o girarlo (fig. 56) mediante las herramientas respectivas, dar a la



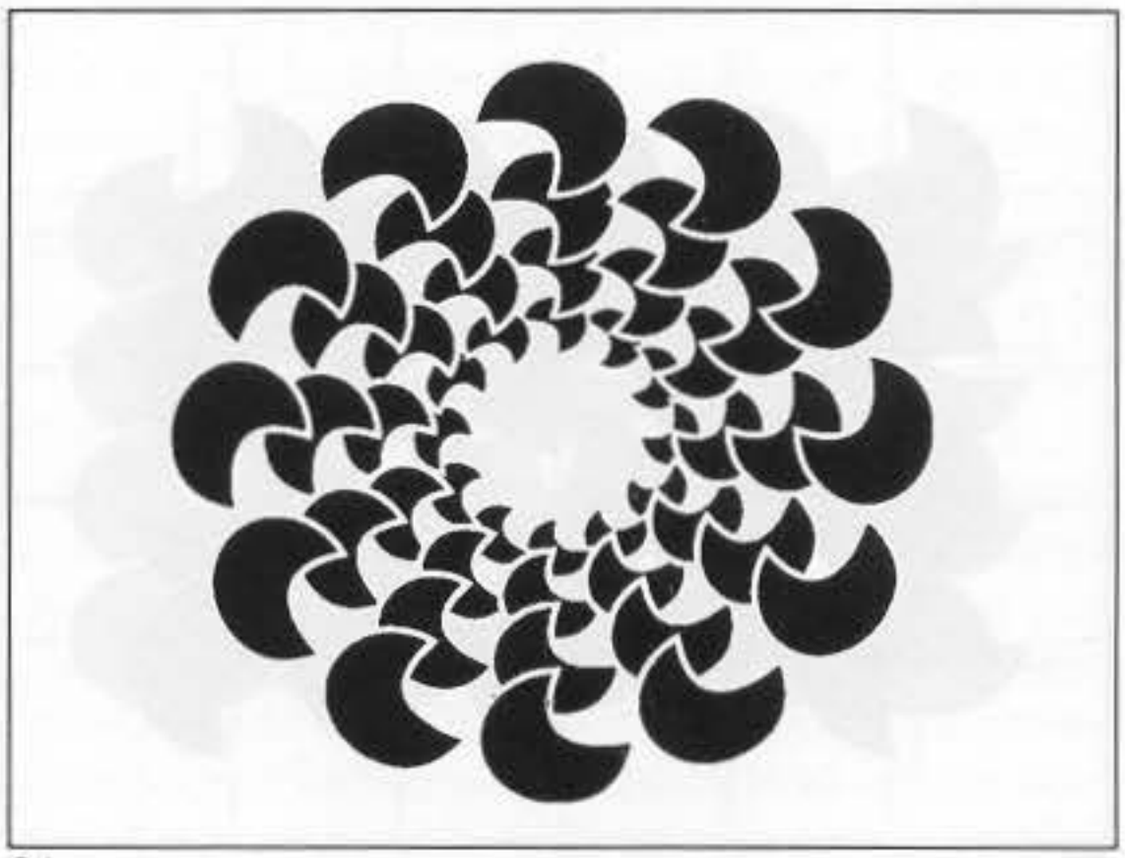
58



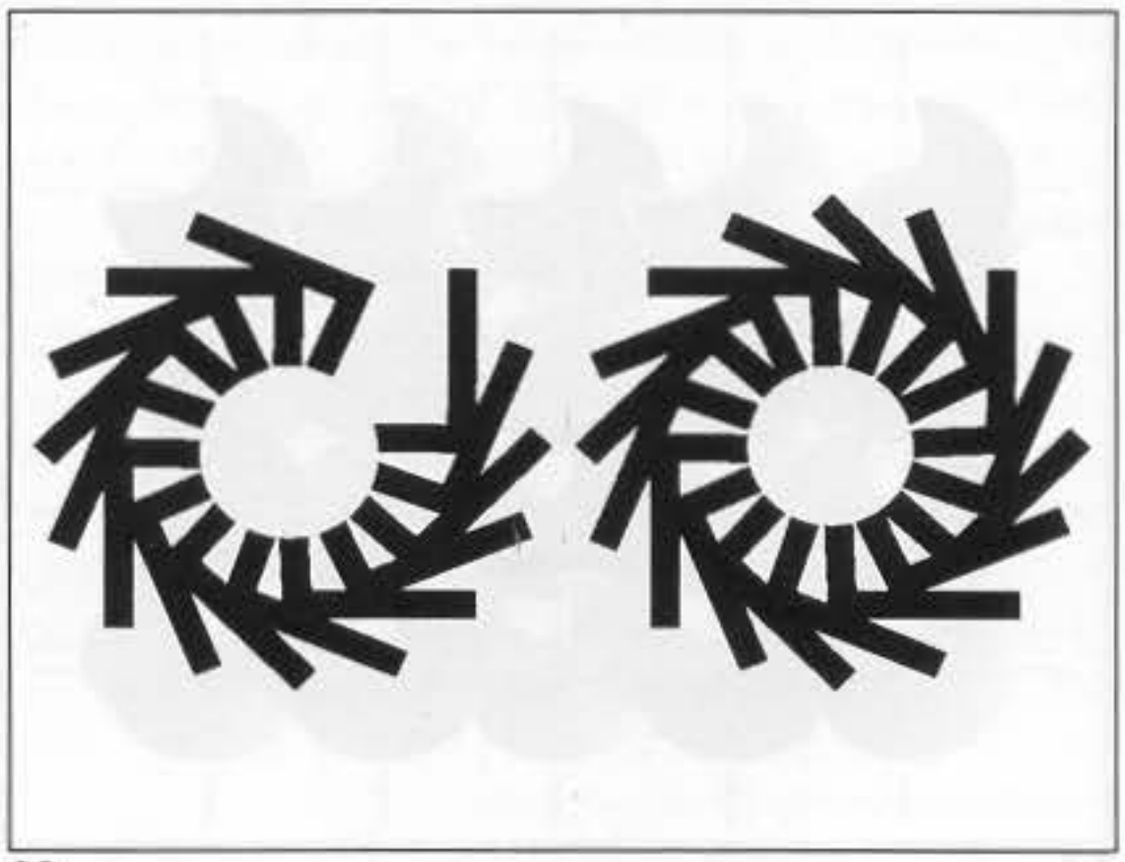
59



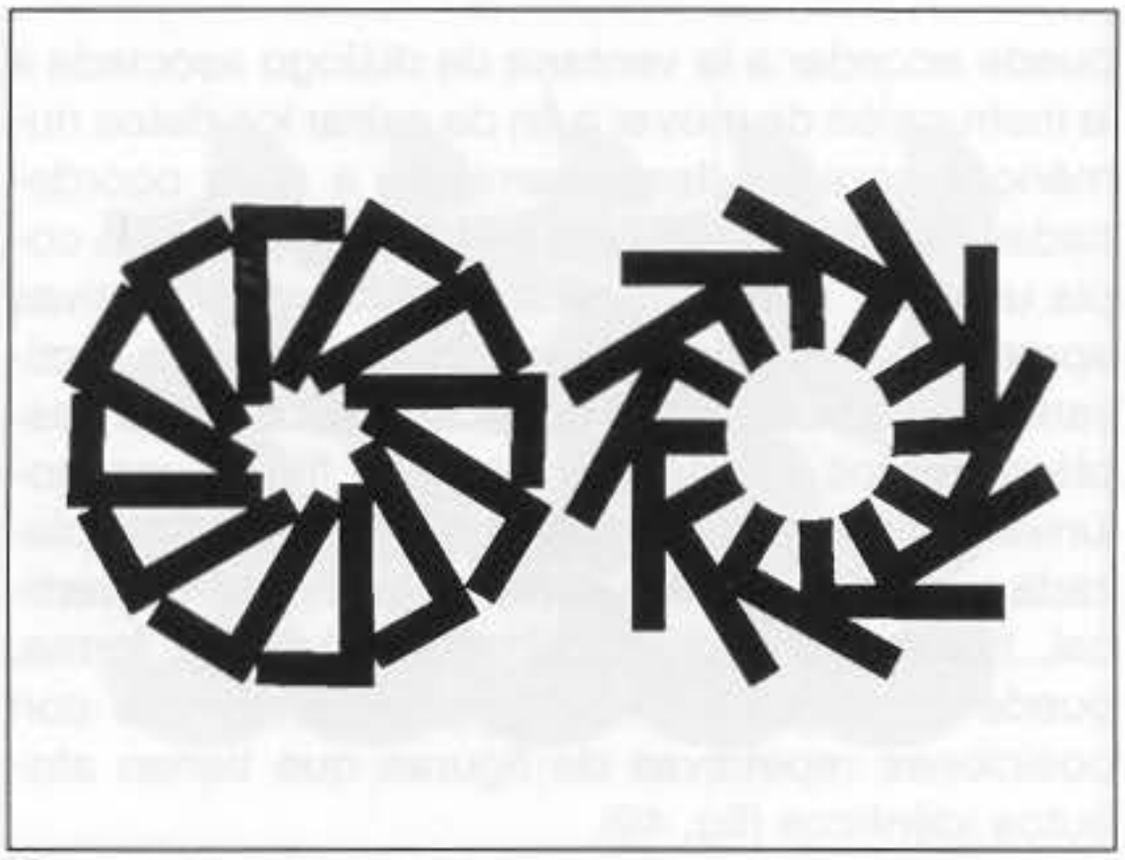
60



61



62



63

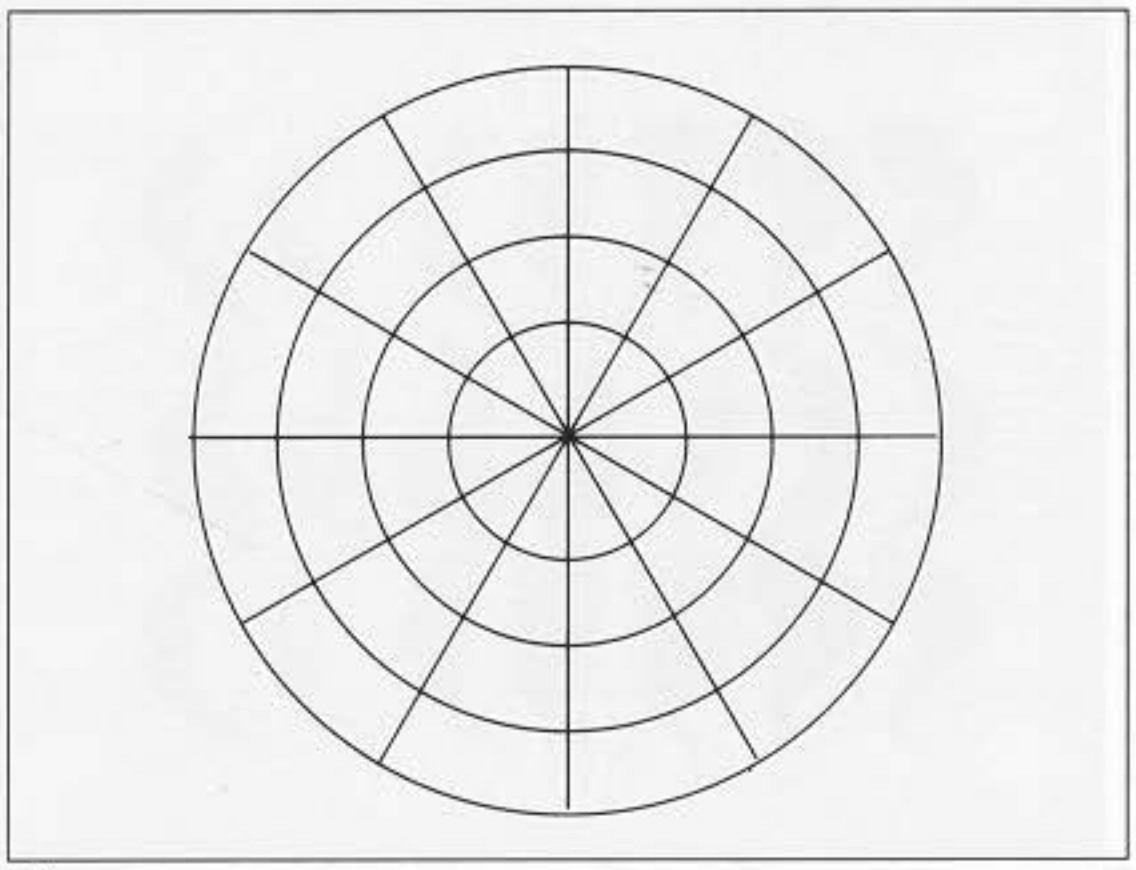
composición acabada un nuevo juego de atributos (fig. 57), seleccionar unas figuras determinadas para cambios que se requieran (fig. 58) o repetir o reflejar la composición después de redimensionarla o efectuar otros cambios para obtener una mayor complejidad (fig. 59).

Finalmente, se puede recortar y enmarcar la composición con un *recorrido de recorte* usando las instrucciones *cut (cortar)* y *paste inside (pegar dentro)* del menú de edición (fig. 60).

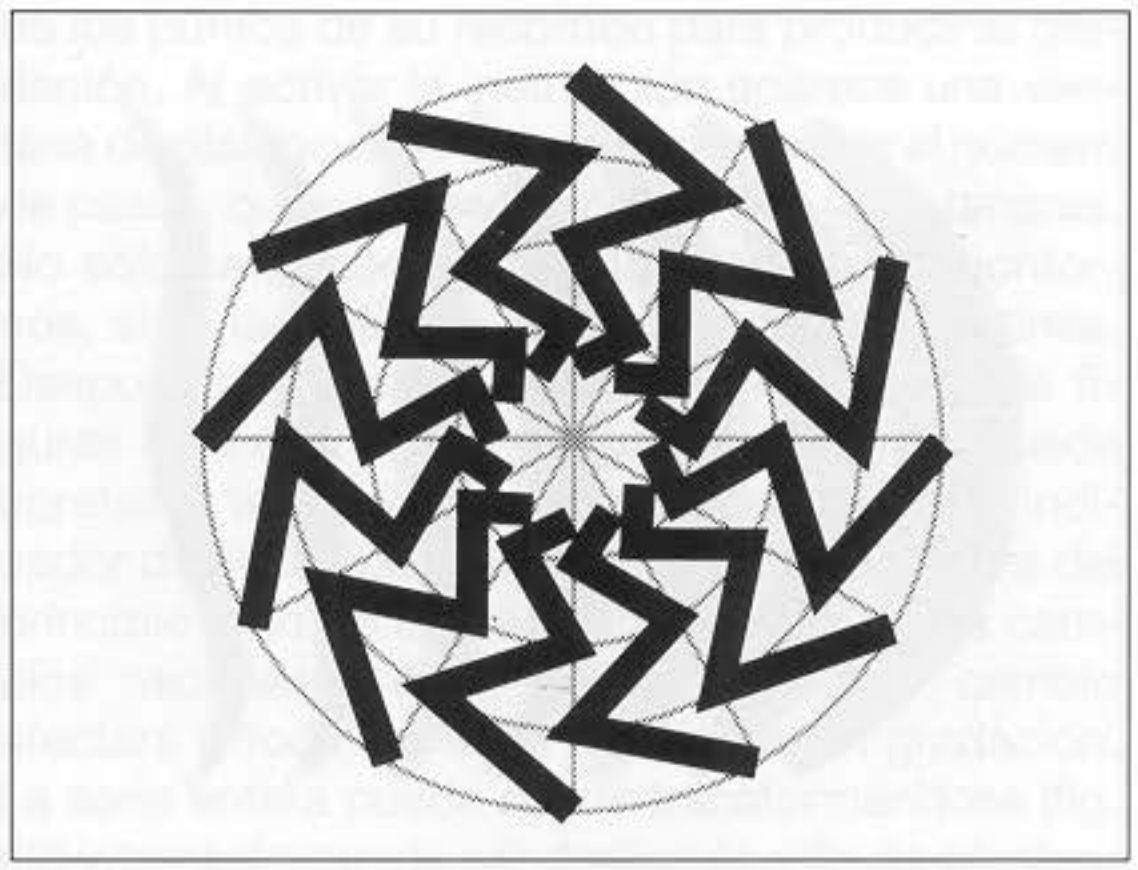
Realización de la radiación

Cualquier elemento o figura del interior de una estructura de repetición puede girarse individualmente mediante la herramienta de giro. La rotación sistemática de las formas unitarias debidamente dispuestas puede dar a la composición el efecto de *radiación* (fig. 61). En primer lugar, se puede hacer que aparezca la barra de información para mostrar los grados de giro deseables y luego, para controlar con exactitud, se pueden entrar los datos mostrados en una ventana de diálogo que proporciona la herramienta de giro.

Antes de girar una serie de figuras en intervalos regulares, la figura tiene que ser clonada. Al girar, el original que ha permanecido quieto y la copia que ha girado se ponen uno a continuación del otro. Entonces se usa la instrucción de duplicar para obtener las restantes copias en giros sucesivos hasta completar la serie (fig. 62). En este caso, la cuestión crucial es la colocación del centro de



64



65

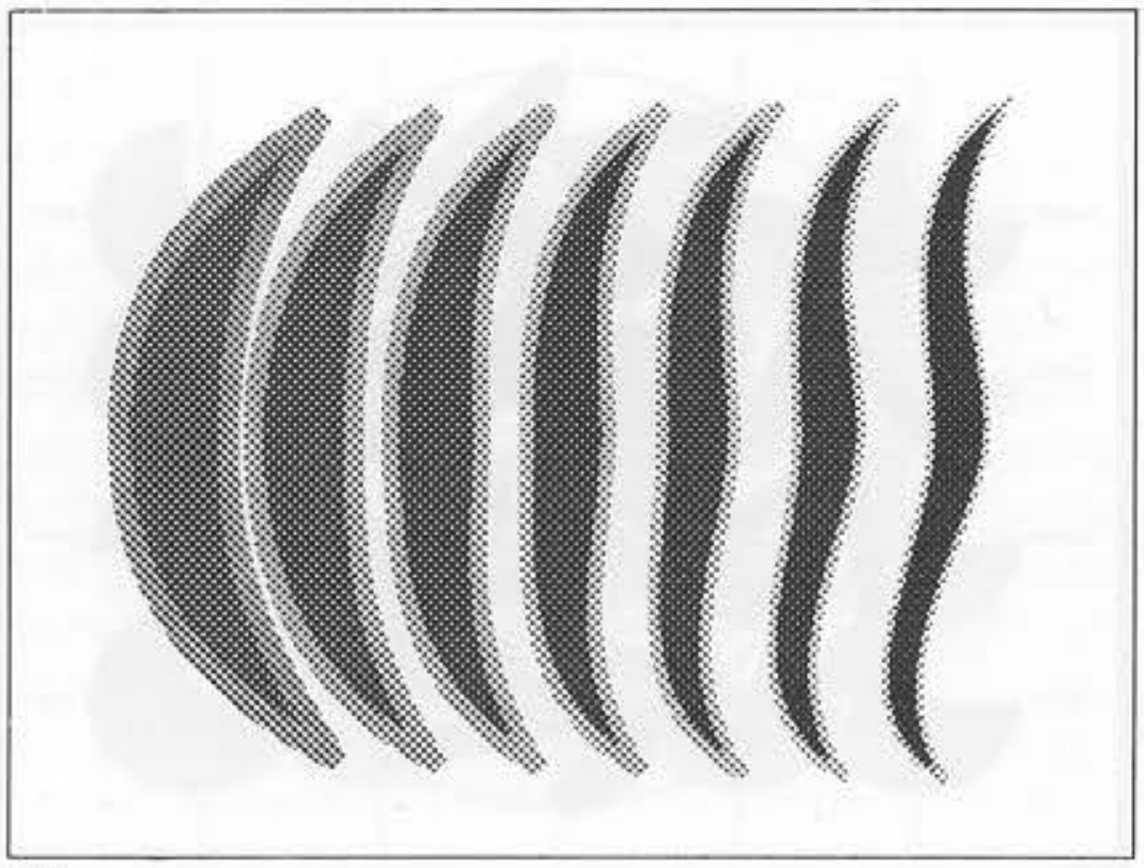
giro, que puede afectar significativamente a la composición (fig. 63).

Se puede hacer que los elementos giren para crear una composición compuesta radial que puede usarse como forma superunitaria o para establecer una composición formal que muestre una *estructura de radiación* subyacente. Se puede diseñar una plantilla de estructura radiante girando líneas de forma regular dando una vuelta completa, con el centro marcado por su punto de convergencia o intersección, y superponiéndoles una serie de círculos concéntricos (fig. 64). Con la estructura radiante acabada bloqueada y transportada a la capa de fondo, la disposición de formas unitarias puede girar alrededor del mismo centro con el mismo ángulo de giro que las líneas estructurales (fig. 65).

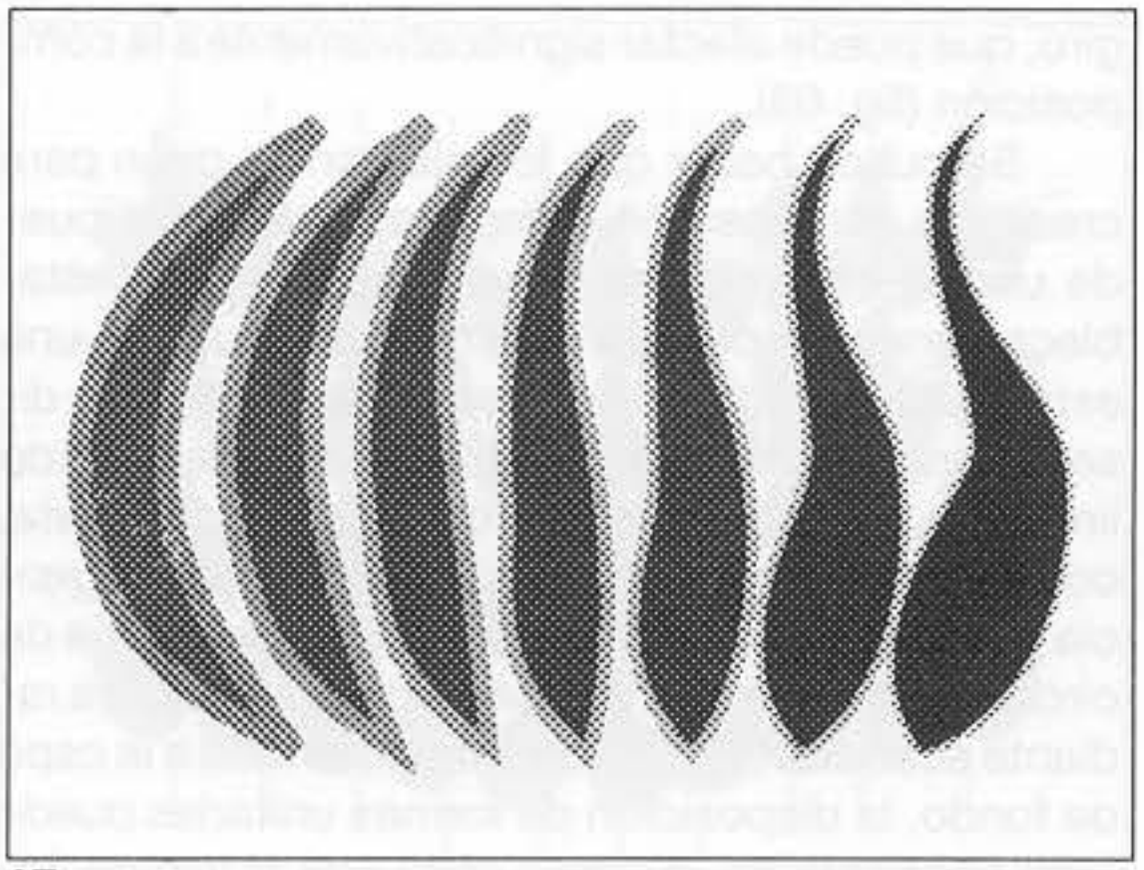
Si no se usa una plantilla estructural, se puede clonar y girar una figura directamente con las duplicaciones sucesivas. El resultado a veces no es el esperado y se puede tener que rehacer el giro una y otra vez hasta conseguir el resultado deseado.

Realización de una gradación

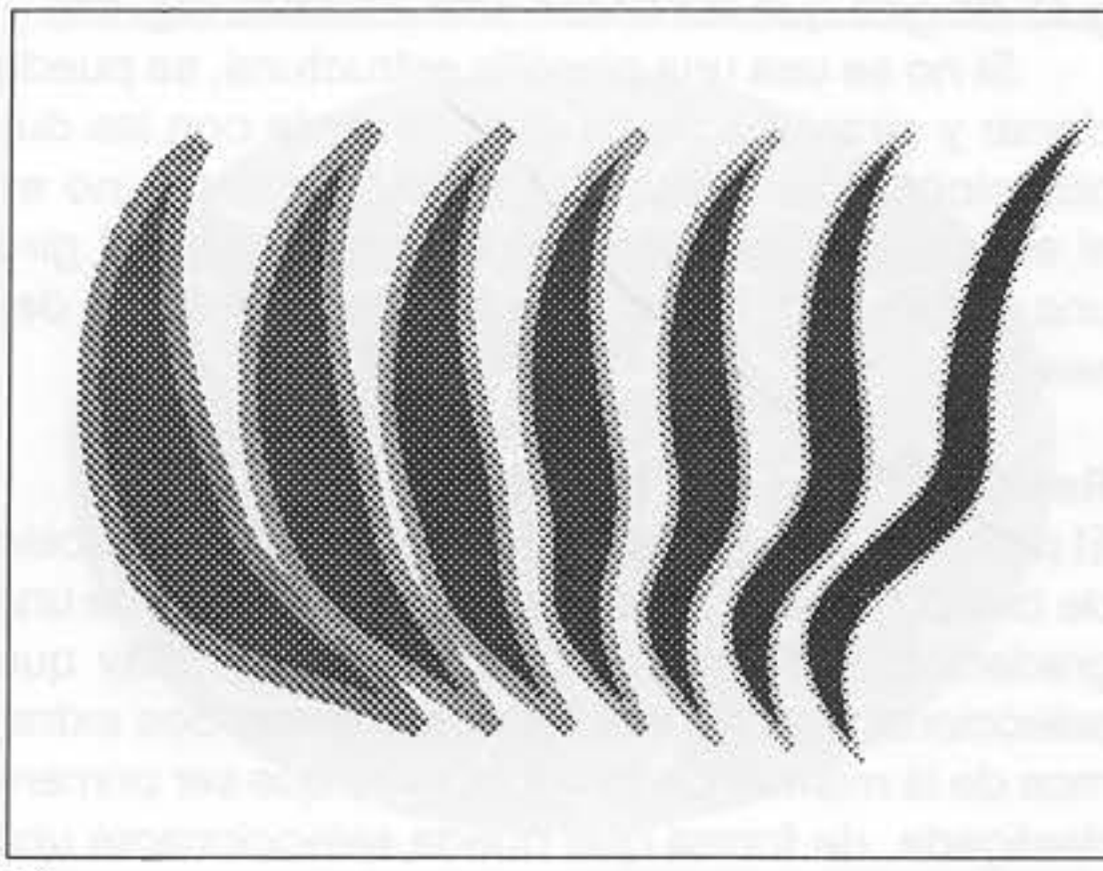
El menú de elementos proporciona una *instrucción de blend (mezcla)* que produce casi al instante una *gradación*. Para efectuar una gradación, hay que seleccionar dos figuras que definan los dos extremos de la misma. Cada figura tiene que ser primero desligada, de forma que pueda seleccionarse uno



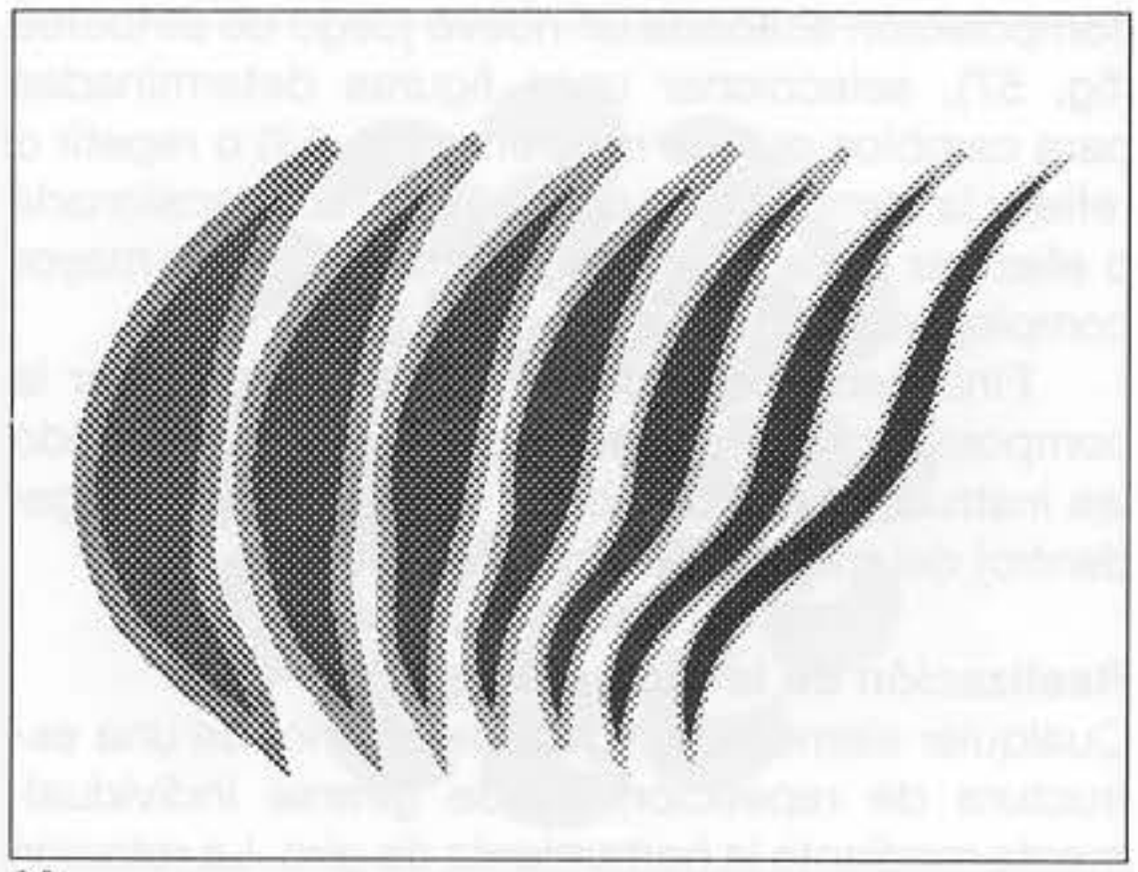
66



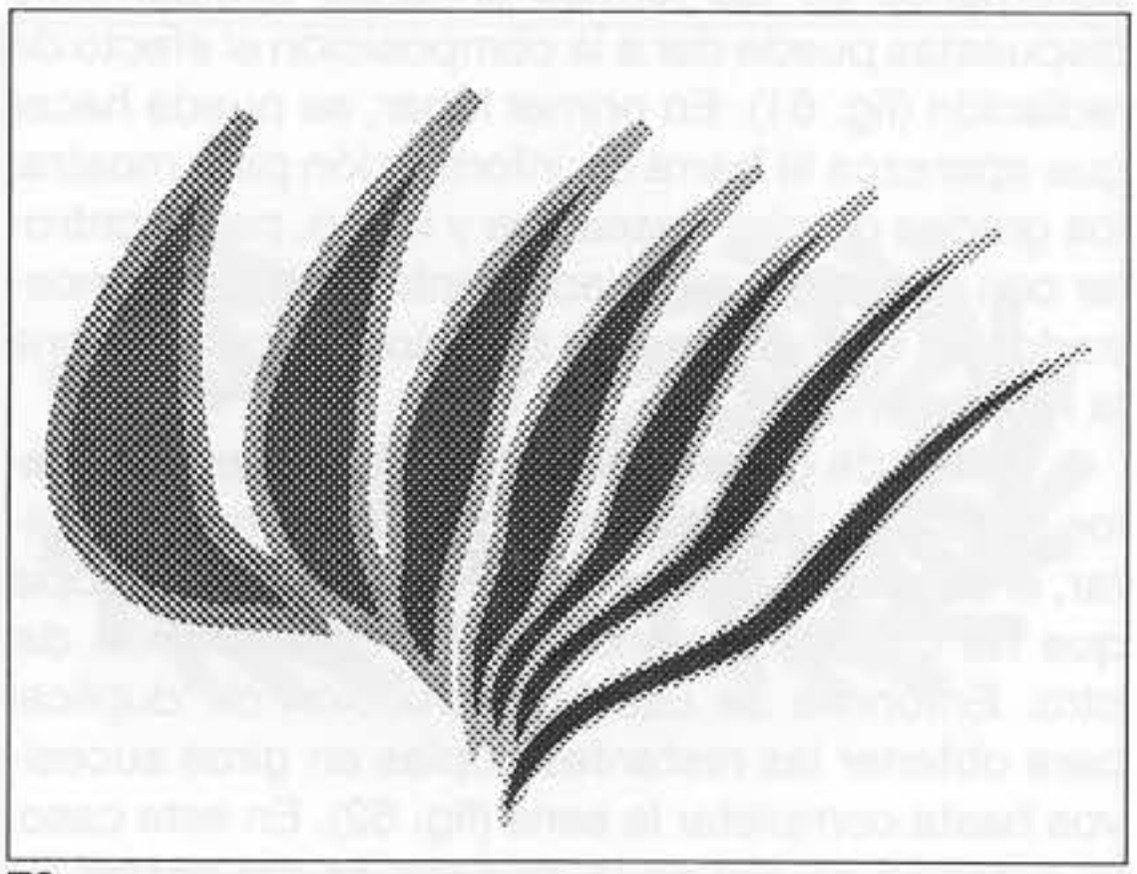
67



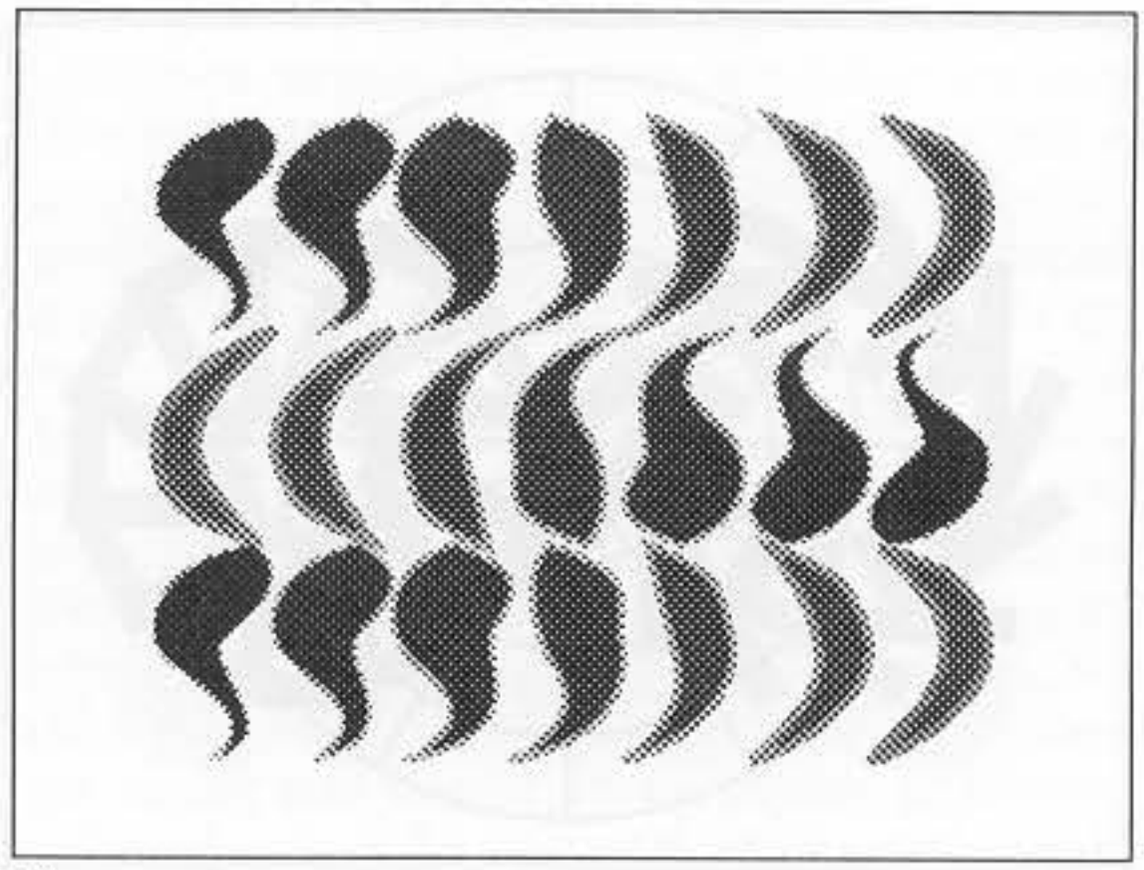
68



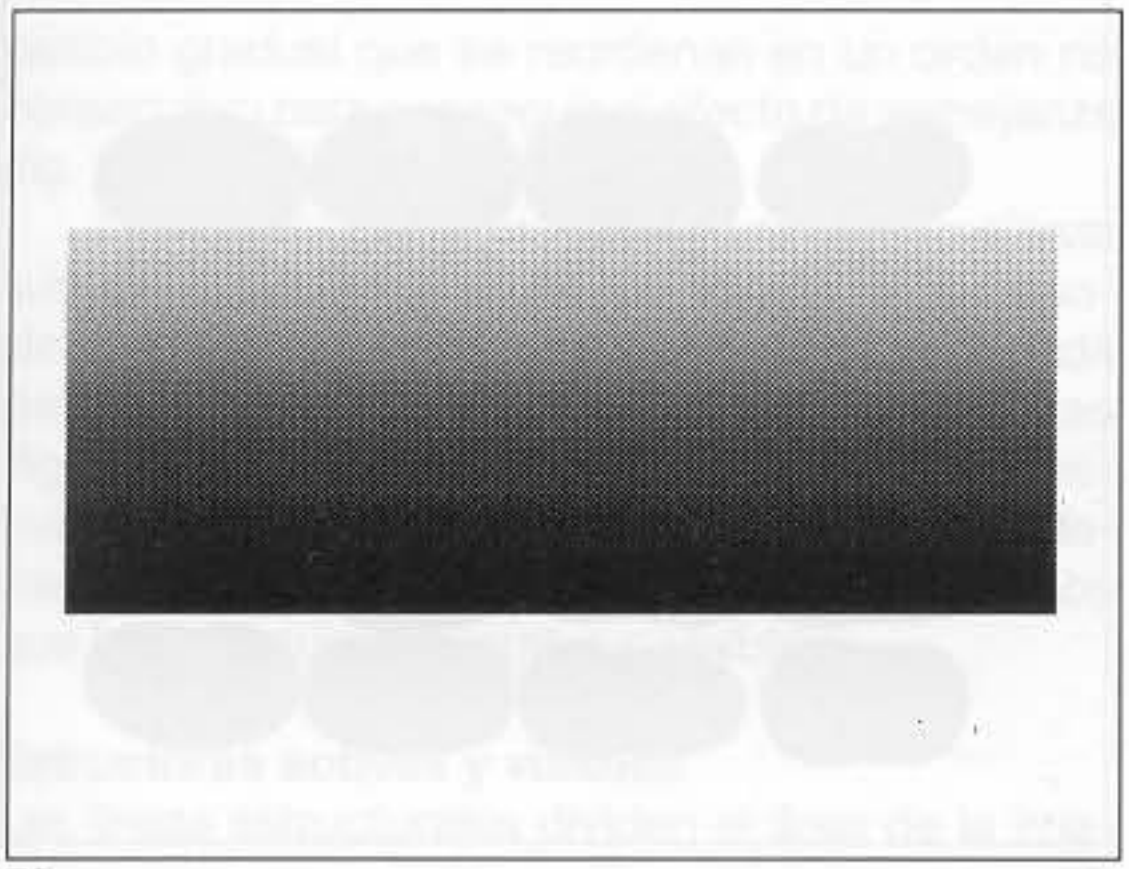
69



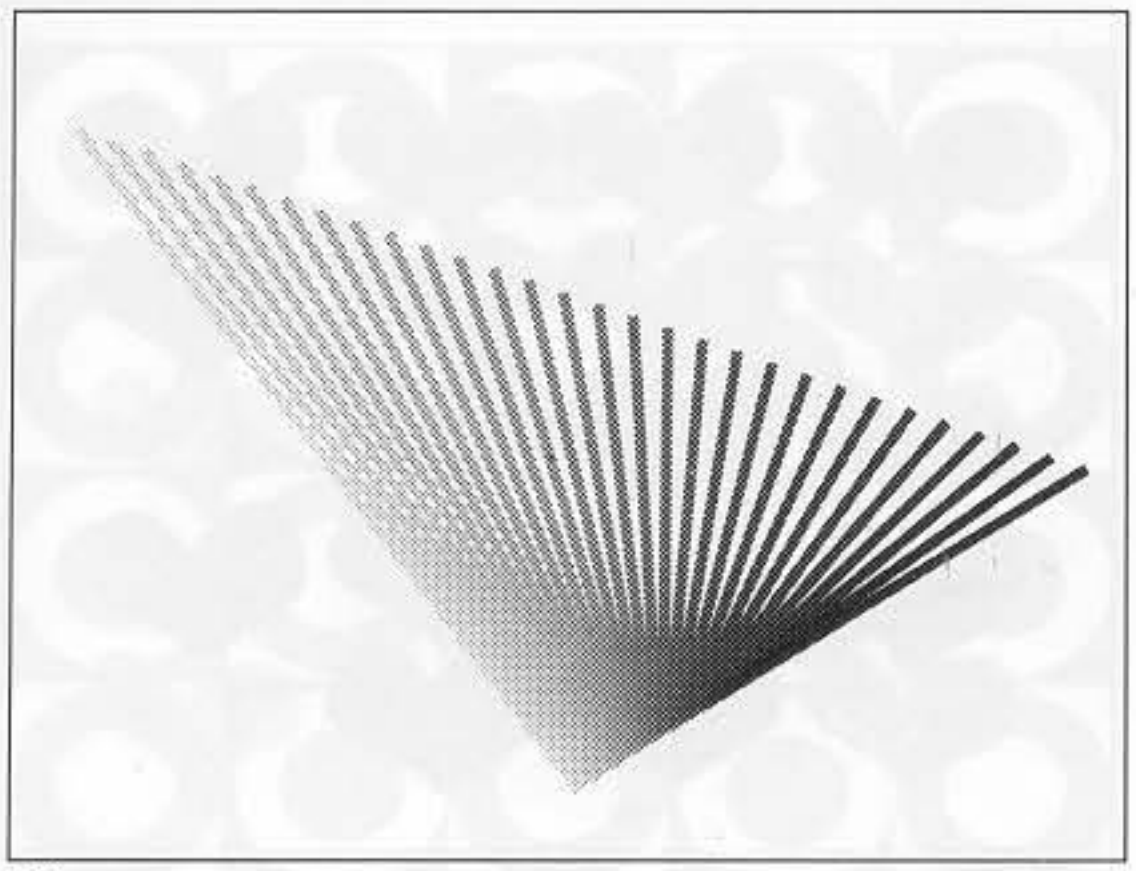
70



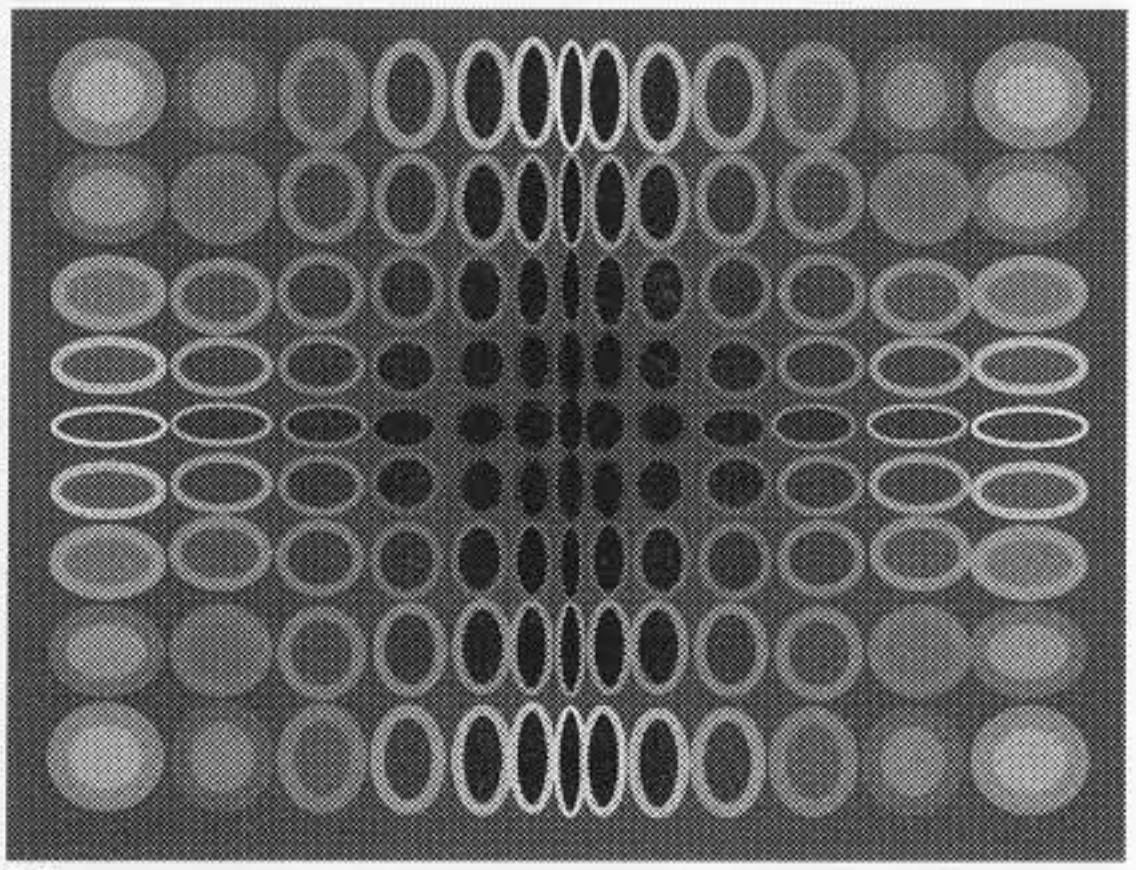
71



72



73



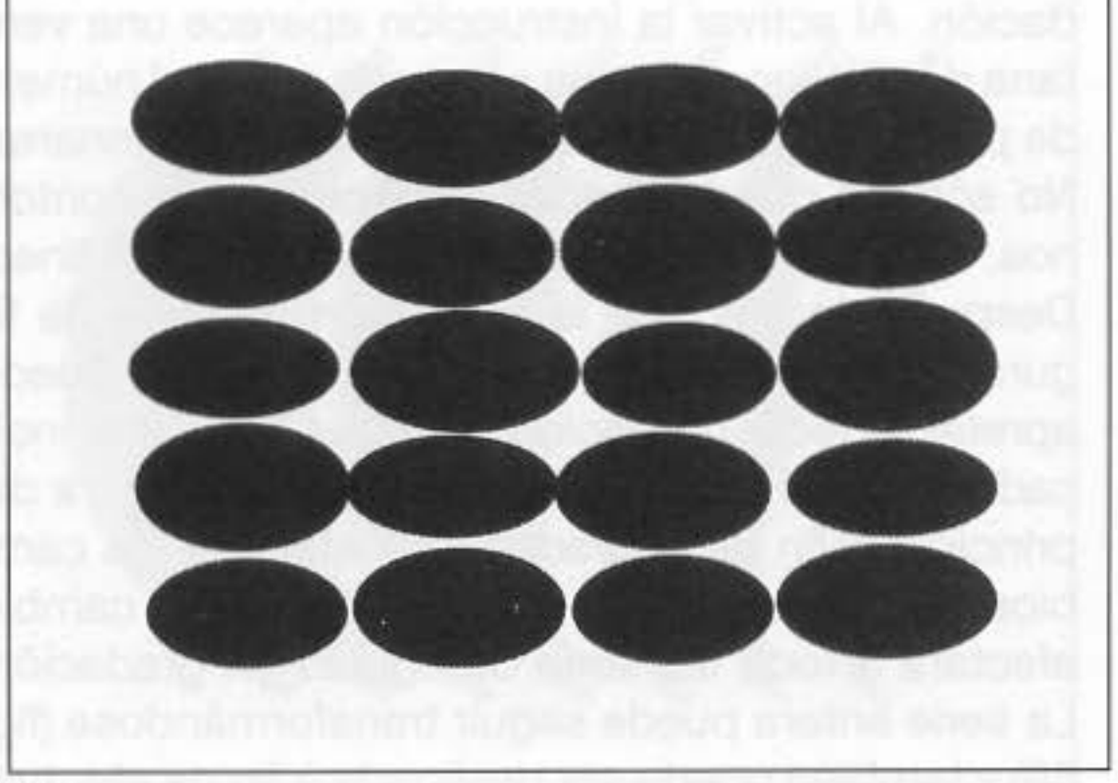
74

de los puntos de su recorrido para producir la gradación. Al activar la instrucción aparece una ventana de diálogo en la que se puede entrar el número de pasos, que puede variar entre uno y centenares. No sólo se pueden hacer gradaciones de contornos, sino también de gruesos y colores de línea. Después de efectuar la gradación, la serie de figuras aparece como un grupo, pero se puede apretar la tecla de opción mientras se usa el indicador de flecha para subseleccionar una figura del principio o fin de la gradación y efectuar los cambios necesarios (figs. 66-68). Cualquier cambio afectará a toda las serie de figuras en gradación. La serie entera puede seguir transformándose (fig. 69) y también puede ser desligada a fin de efectuar cambios en figuras concretas de la serie (fig. 70).

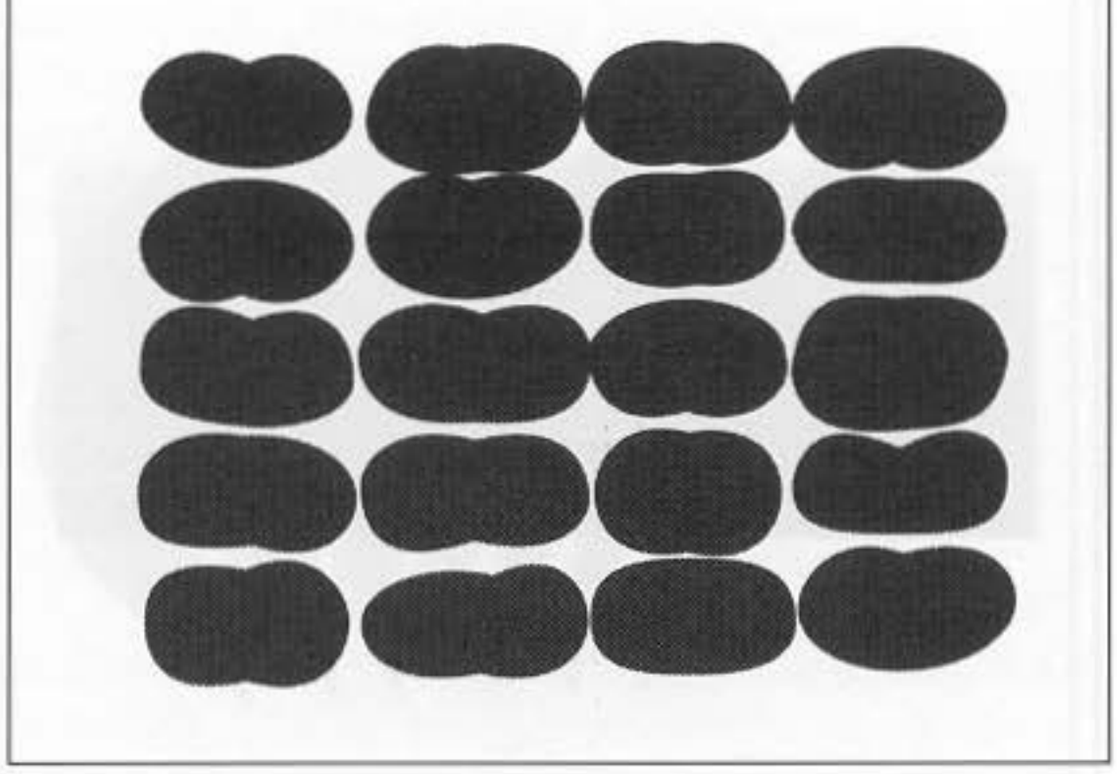
La producción de la gradación hace equidistantes las figuras intermedias, dando una gama de figuras unitarias que a su vez puede ser repetida o volver a efectuar gradaciones entre ellas para conseguir una estructura de repetición subyacente (fig. 71). La gradación entre dos líneas paralelas del mismo grosor, pero con grises diferentes en muchos pasos, puede producir una transición tonal muy suave en una superficie (fig. 72). La mezcla de dos formas lineales en direcciones distintas puede proporcionar el efecto de radiación (fig. 73). No obstante, la instrucción de mezcla no deja lista por sí misma la construcción de una *estructura de gradación*. Esto se tiene que efectuar con independencia de guías o líneas hechas con las herramientas pertinentes. Con una estructura de gradación como plantilla de fondo, se puede usar la instrucción de mezcla para crear series de formas unitarias en gradación tonal, de contorno o de otro tipo que se colocan manualmente (fig. 74).

Producción de una semejanza

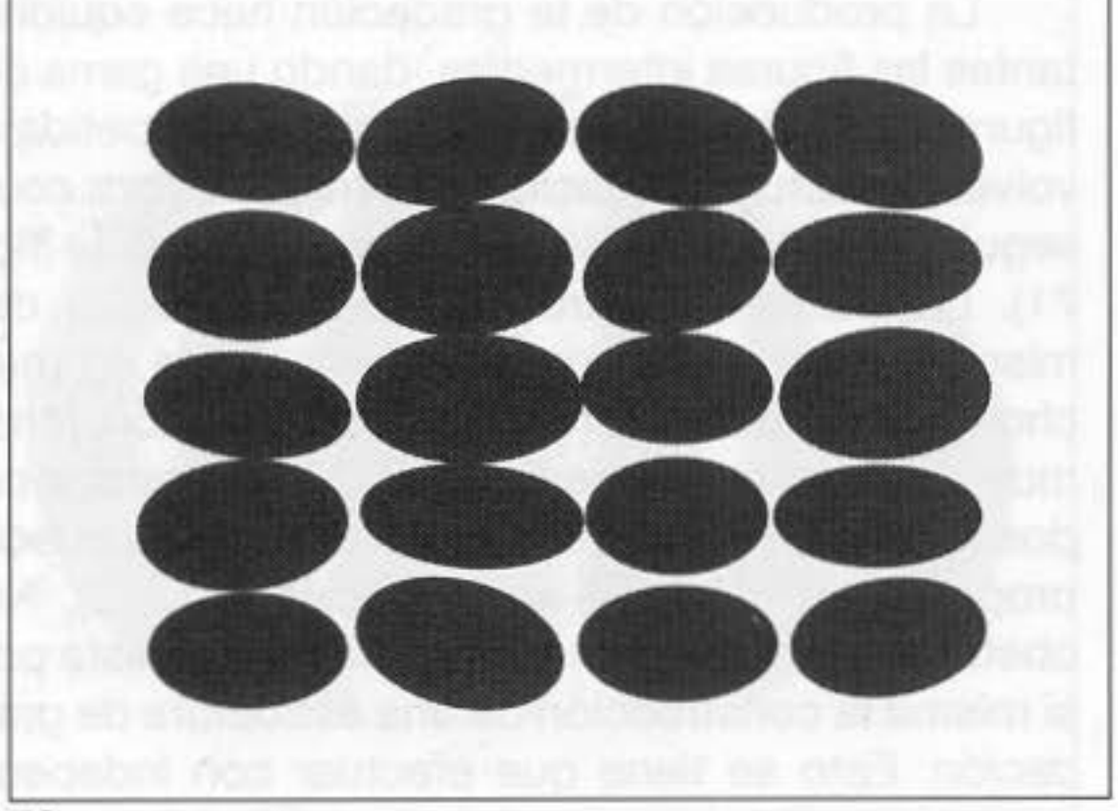
En una composición que contenga figuras repetidas en una estructura formal pueden crearse variaciones al azar de tamaño, dirección y atributos generales para obtener el efecto de semejanza (figs. 75-77), o bien se pueden manipular libremente las figuras individuales para obtener cambios de figuras (fig. 78). También se puede usar la instrucción de mezcla para producir una serie de figuras en



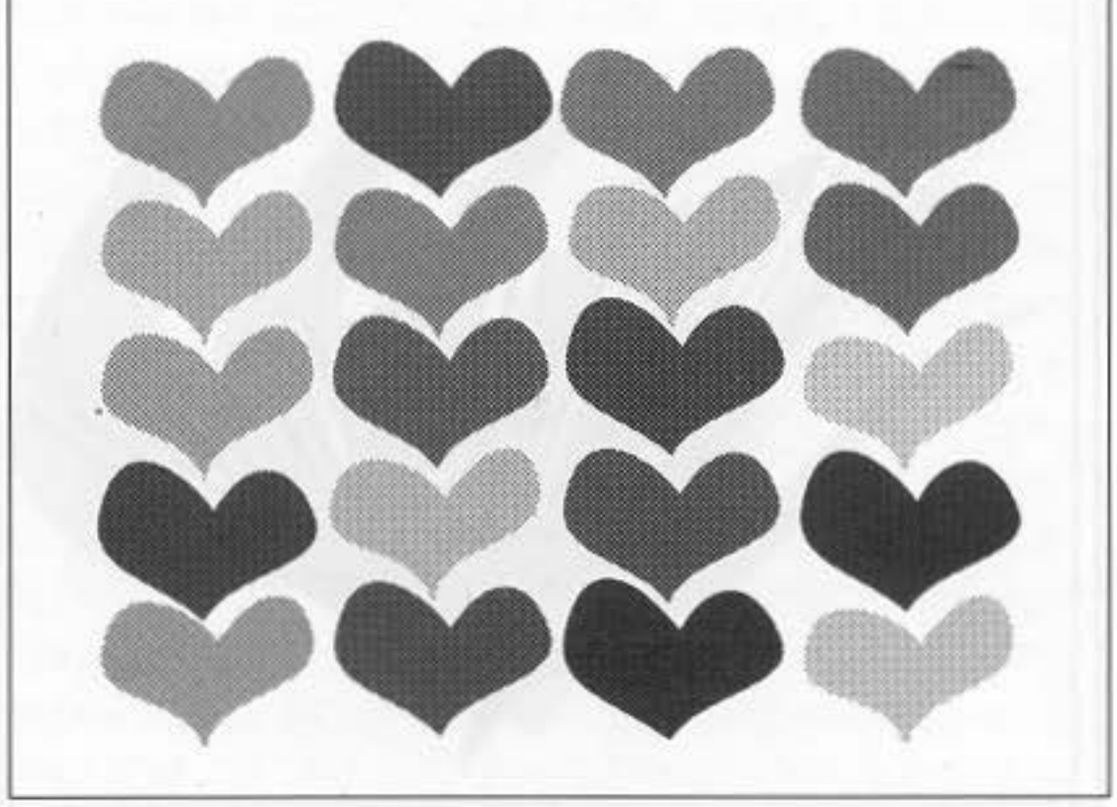
75



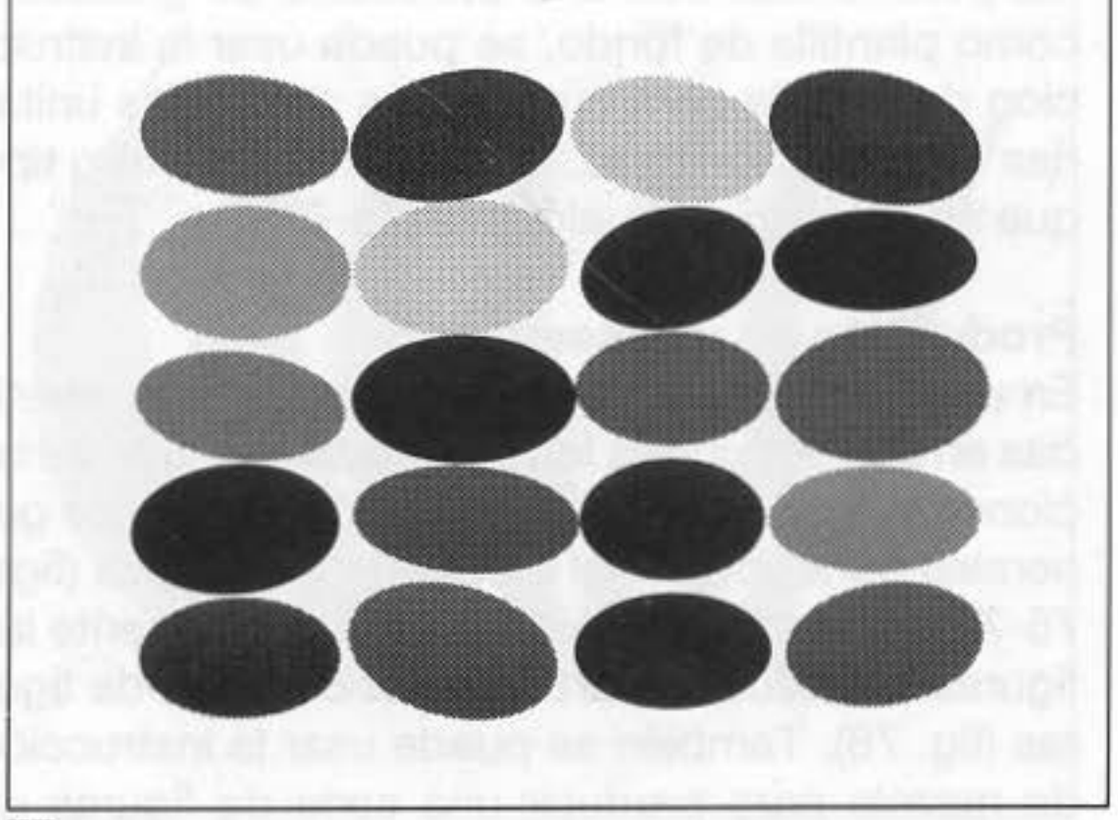
78



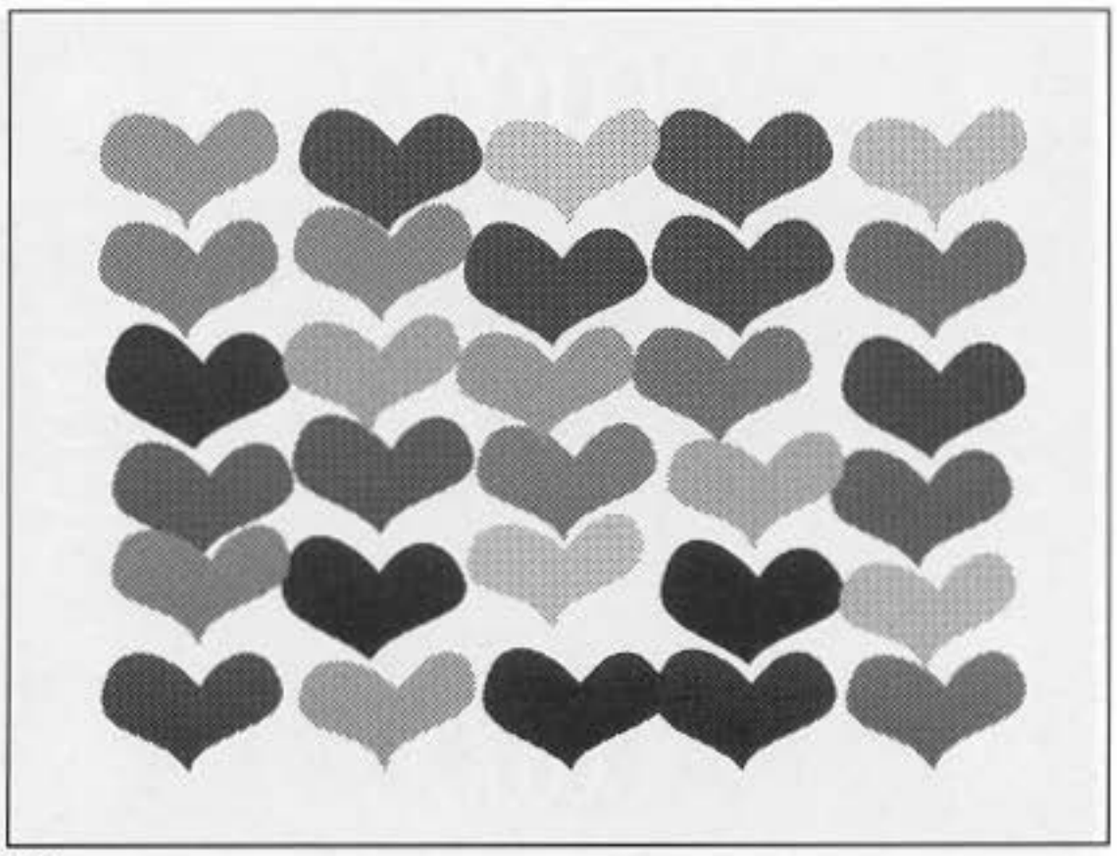
76



79



77



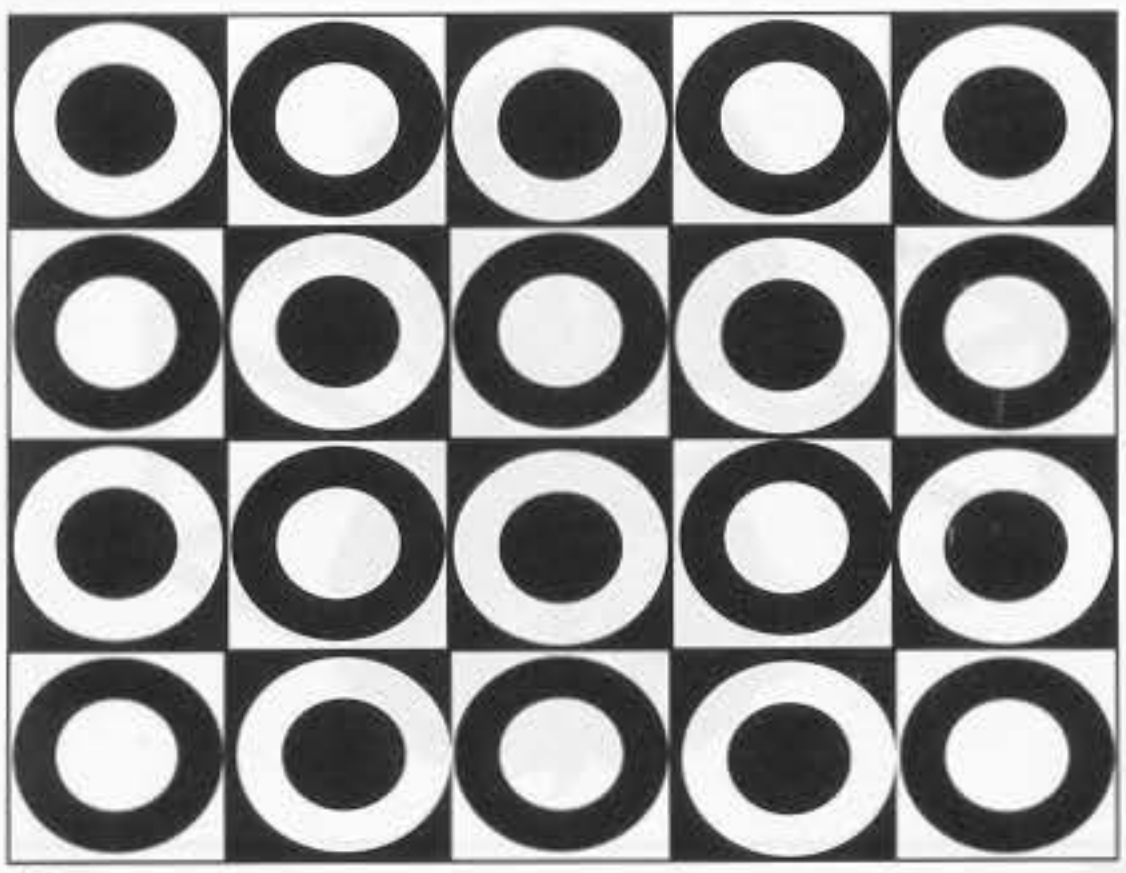
80

cambio gradual que se reordenan en un orden no consecutivo para conseguir el efecto de semejanza (fig. 79).

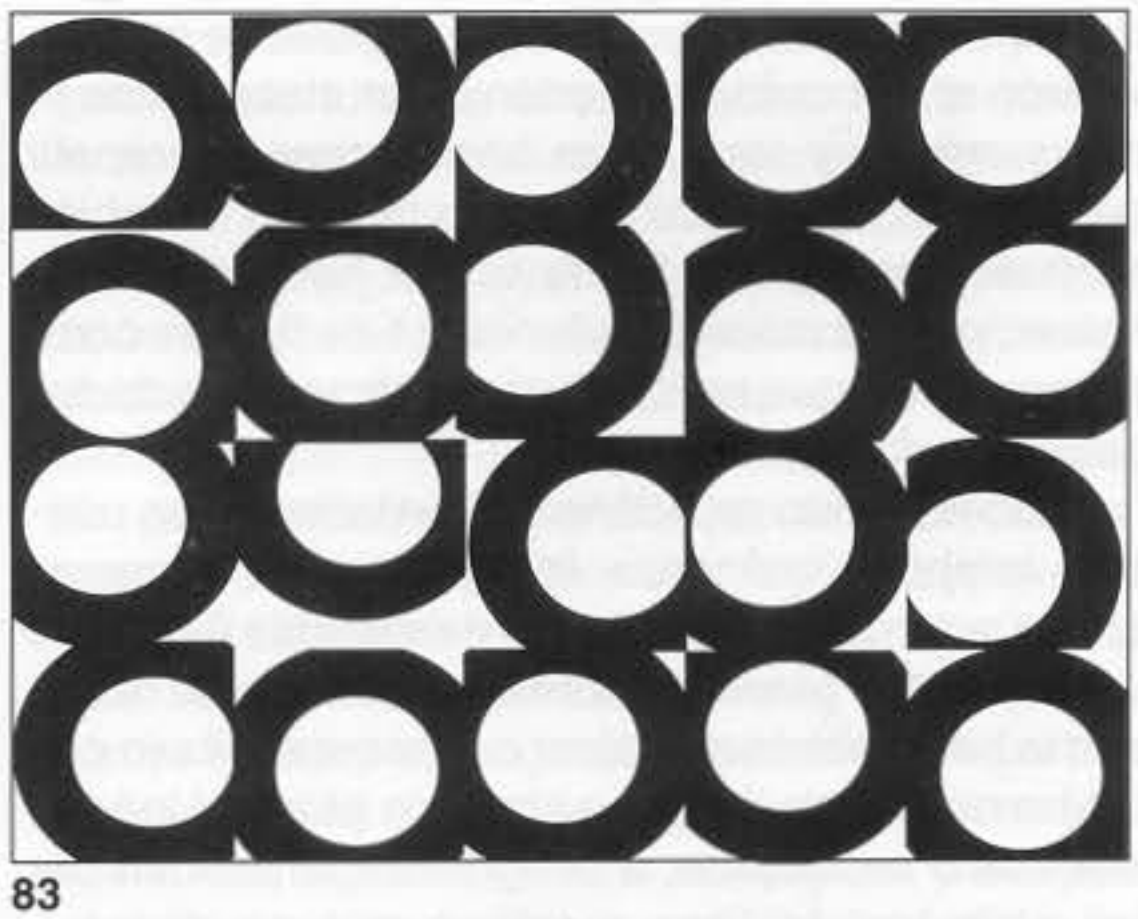
La existencia de una *estructura de semejanza* subyacente puede quedar implicada por la disposición de figuras deliberadamente desordenada dentro de subdivisiones estructurales concretas (fig. 80). La estructura de semejanza puede construirse con la herramienta de línea o cualquier herramienta de puntos, pero no vale la pena a menos que la estructura sea activa o visible.

Estructuras activas y visibles

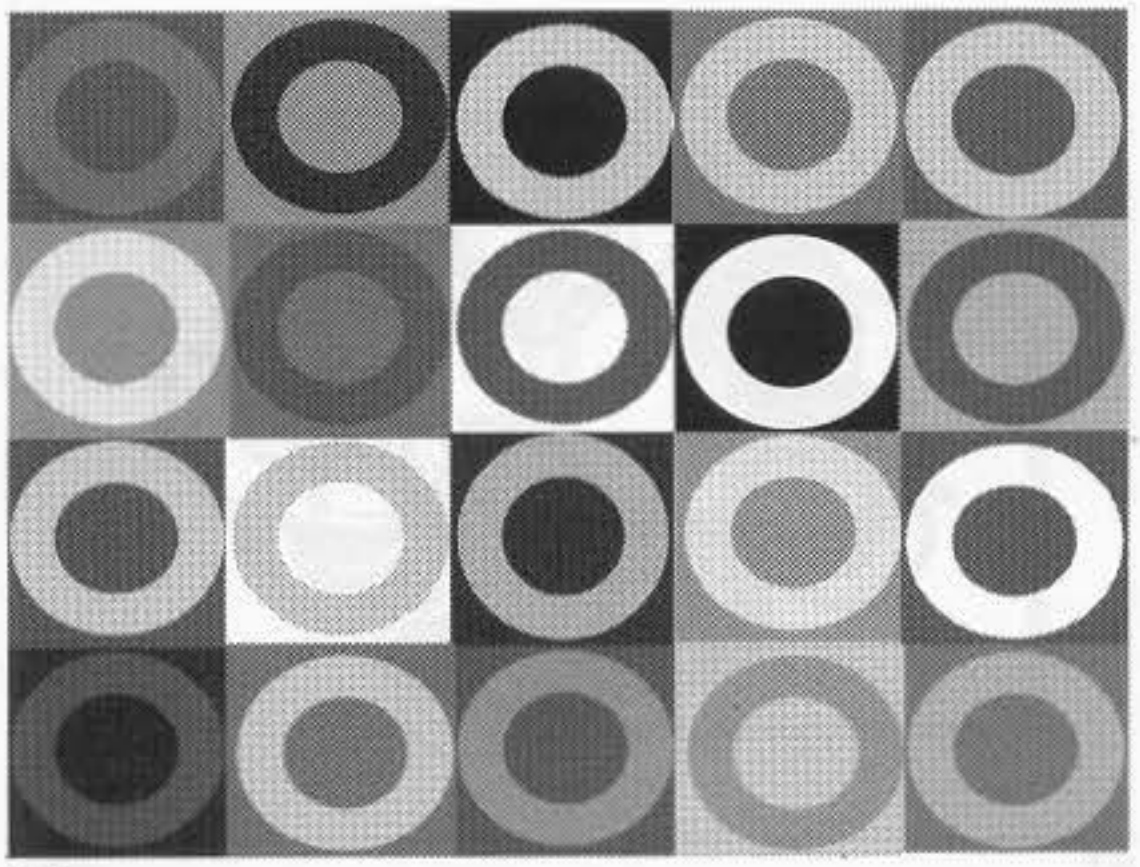
Las líneas estructurales dividen el área de la imagen en subdivisiones. En una *estructura inactiva*, las figuras y el espacio que las rodea fluyen sin interrupción entre las subdivisiones. En una *estructura activa*, cada subdivisión es una *célula espacial* independiente, con el fondo que asume la condición de una figura con los atributos que se desee. Las figuras y las células se pueden alternar como elementos positivos y negativos (fig. 81) o pueden tener diferentes atributos (fig. 82). Si el fondo está relleno con blanco opaco, las formas en células adyacentes que entran en las vecinas pueden quedar bloqueadas en los bordes (fig. 83). La conversión del contorno del fondo de la célula en un figura a la que se puede dotar de atributos se puede efec-



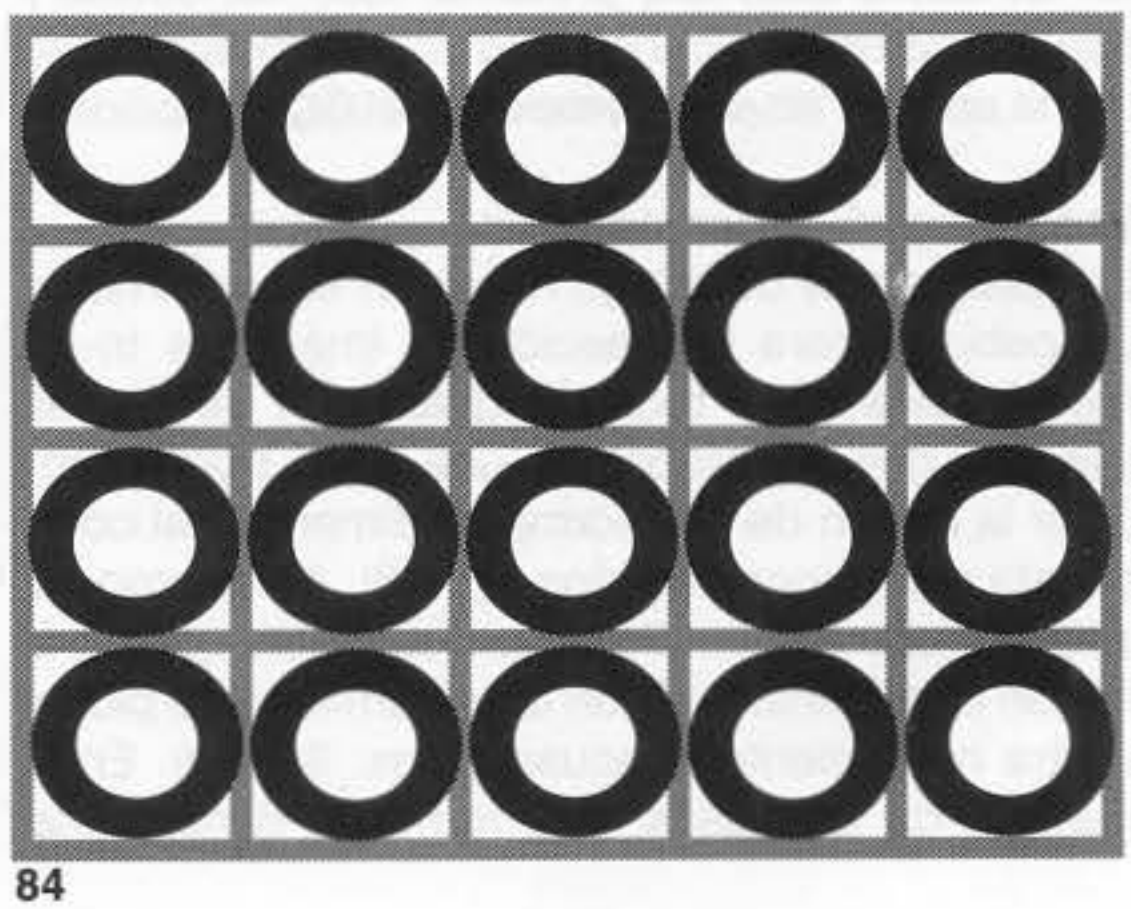
81



83



82



84

tuar calcando el contorno del borde con una herramienta adecuada para formar un recorrido cerrado y enviándolo detrás de la forma unitaria con la instrucción *send backward o send to back (enviar detrás)* del menú de elementos. Está figura de fondo y la forma unitaria correspondiente pueden verse como una figura compuesta.

Dándole atributos a la figura del fondo, que puede estar rellena o no, se produce una *estructura visible*. Las líneas estructurales se convierten con ello en elementos parecidos a un enrejado que funcionan junto con las formas unitarias (fig. 84).

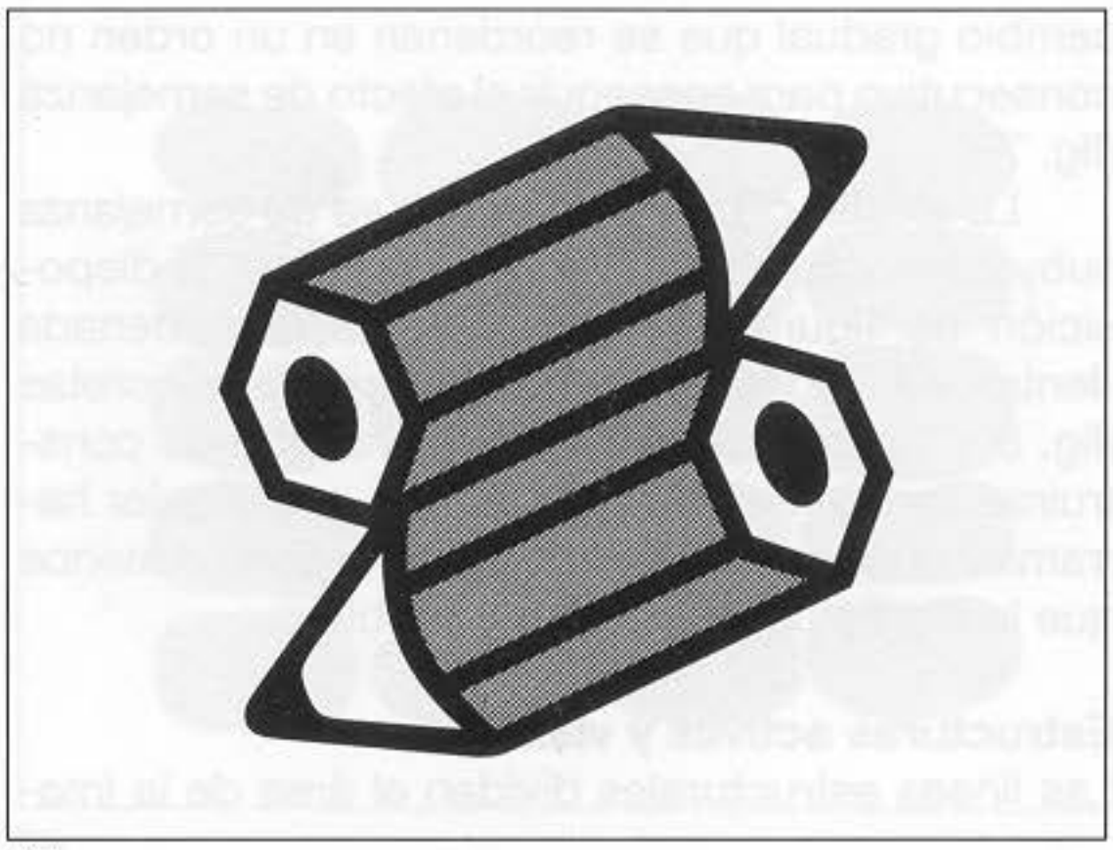
Formas figurativas

Las figuras obtenidas con la herramienta de caracteres, usando un juego de caracteres figurativo, pueden ser formas figurativas. Después de su conversión en recorridos, pueden tener atributos de línea y relleno y se pueden transformar y y repetir para producir una composición (fig. 85). También se puede calcar una figura con la herramienta de calcar, pero el calcado automático de figuras complejas puede que no siempre produzca resultados satisfactorios.

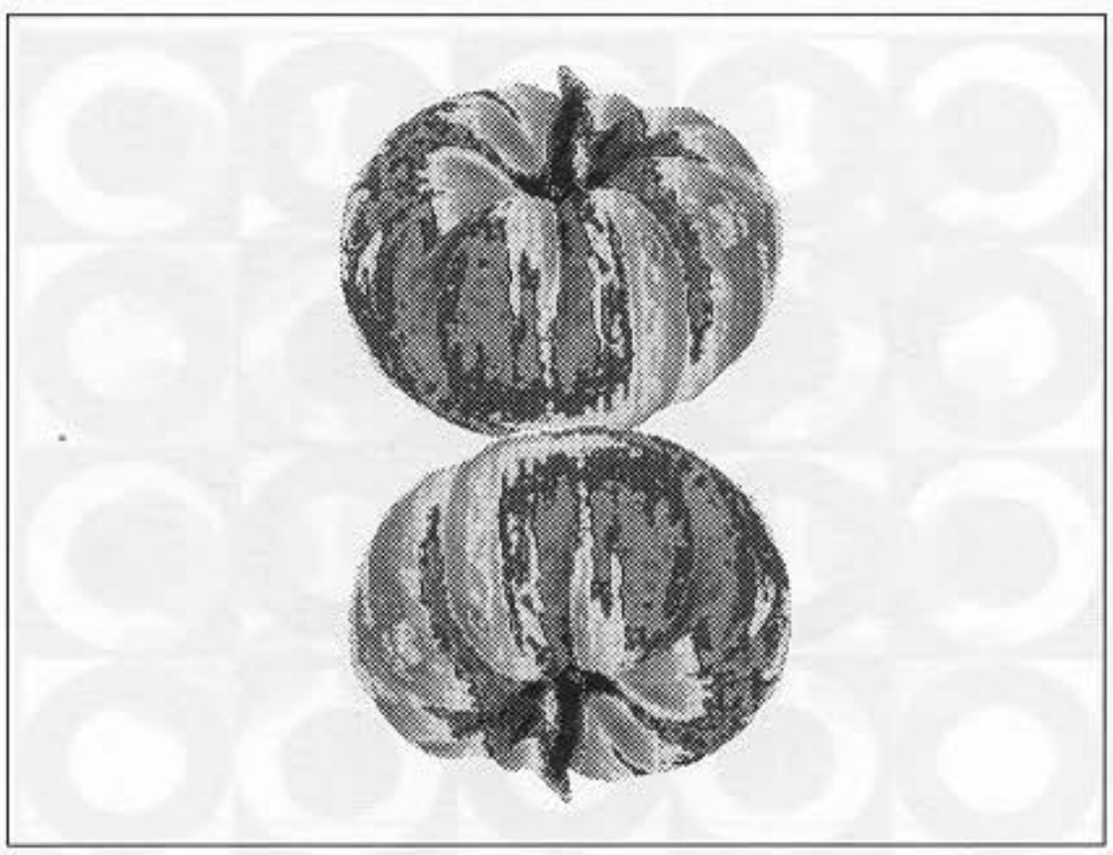
Conectando un scanner al ordenador, se pueden importar imágenes fotográficas o impresas que pueden ser manipuladas y repetidas (fig. 86) o usadas como plantilla sobre la que se puede calcar con la herramienta de calcar o rehacer el dibujo con las herramientas de mano alzada o pluma. Una vez calcada o redibujada, a la figura se le pueden dar los atributos de línea y relleno que se desee y puede usarse con transformación o sin ella como forma unitaria en una composición (fig. 87).

Imágenes tri-dimensionales

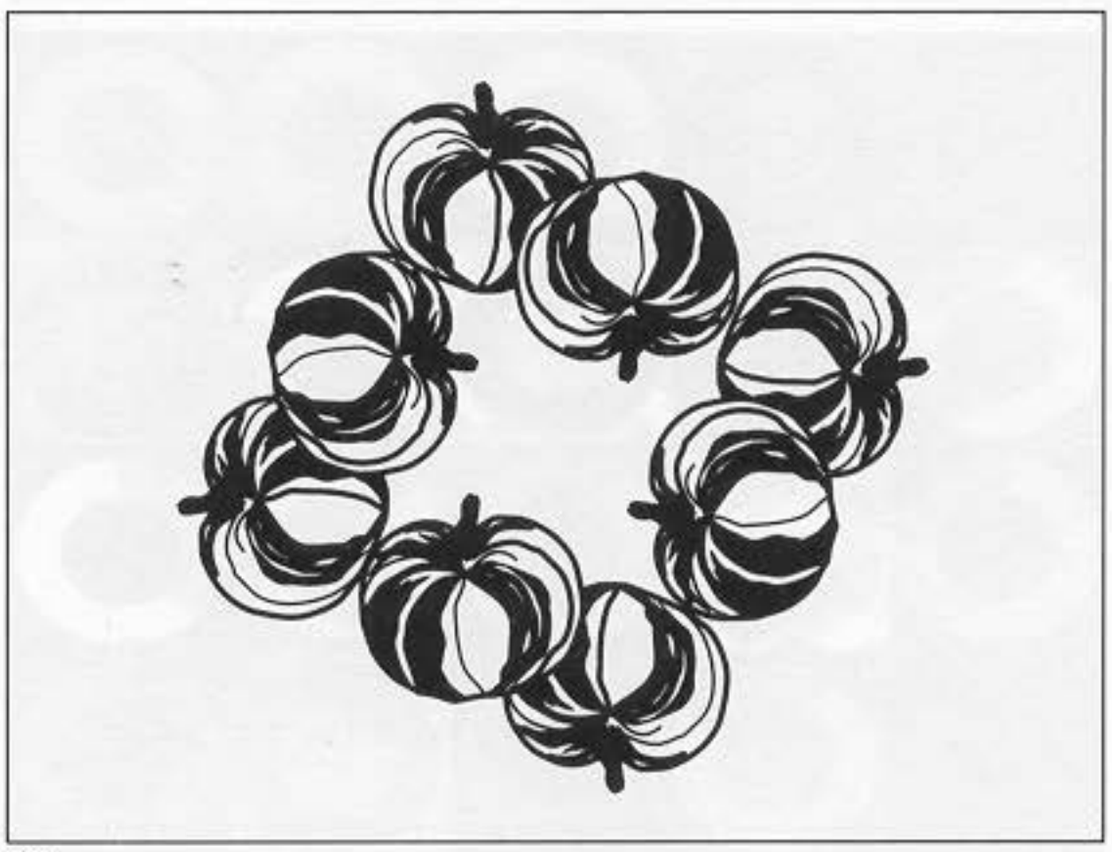
Los programas de dibujo no están especialmente concebidos para la creación de imágenes tri-dimensionales. Con todo, la gradación de figuras sencillas que se solapan en una hilera puede producir la ilusión de una forma tri-dimensional compuesta por planos seriados (fig. 88). Así mismo, se puede crear una simple estructura lineal que dé la ilusión tri-dimensional con la herramienta de pluma u otra herramienta adecuada (figs. 89, 90). En la mayoría de los casos, una forma tri-dimensional



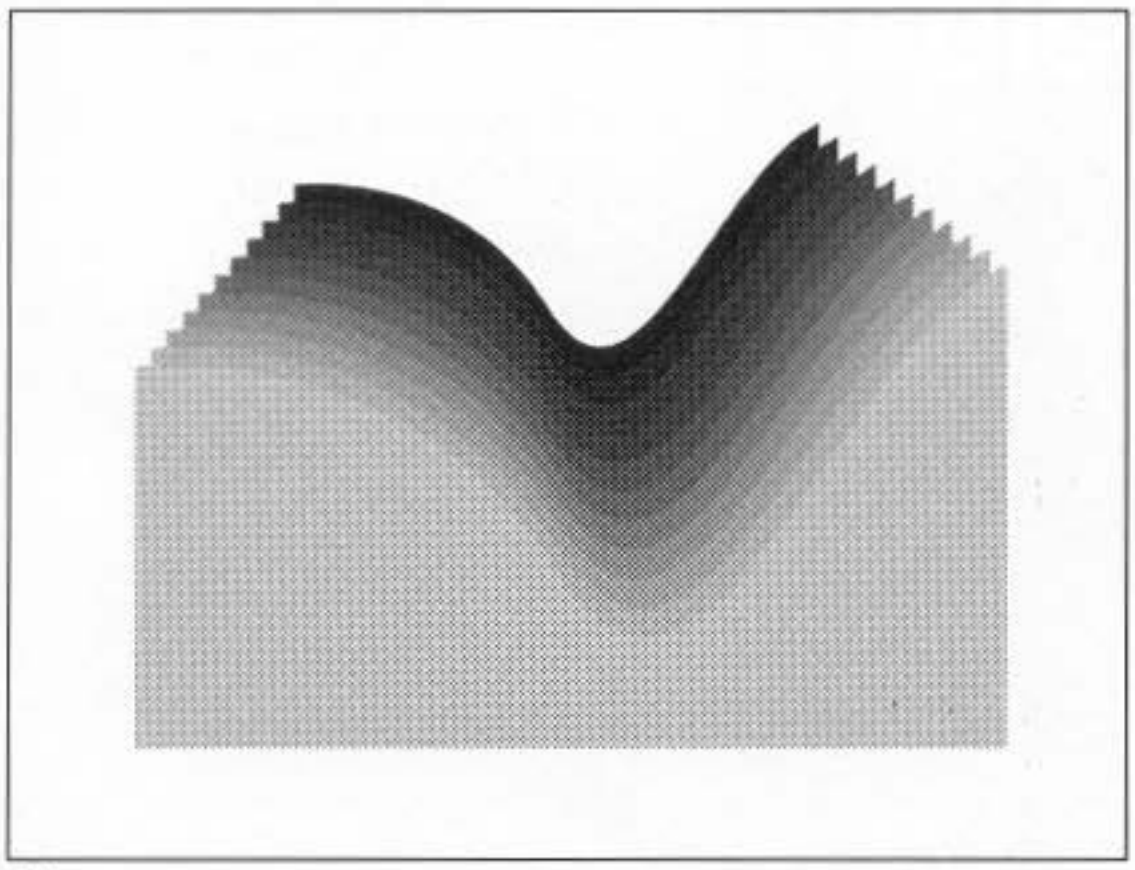
85



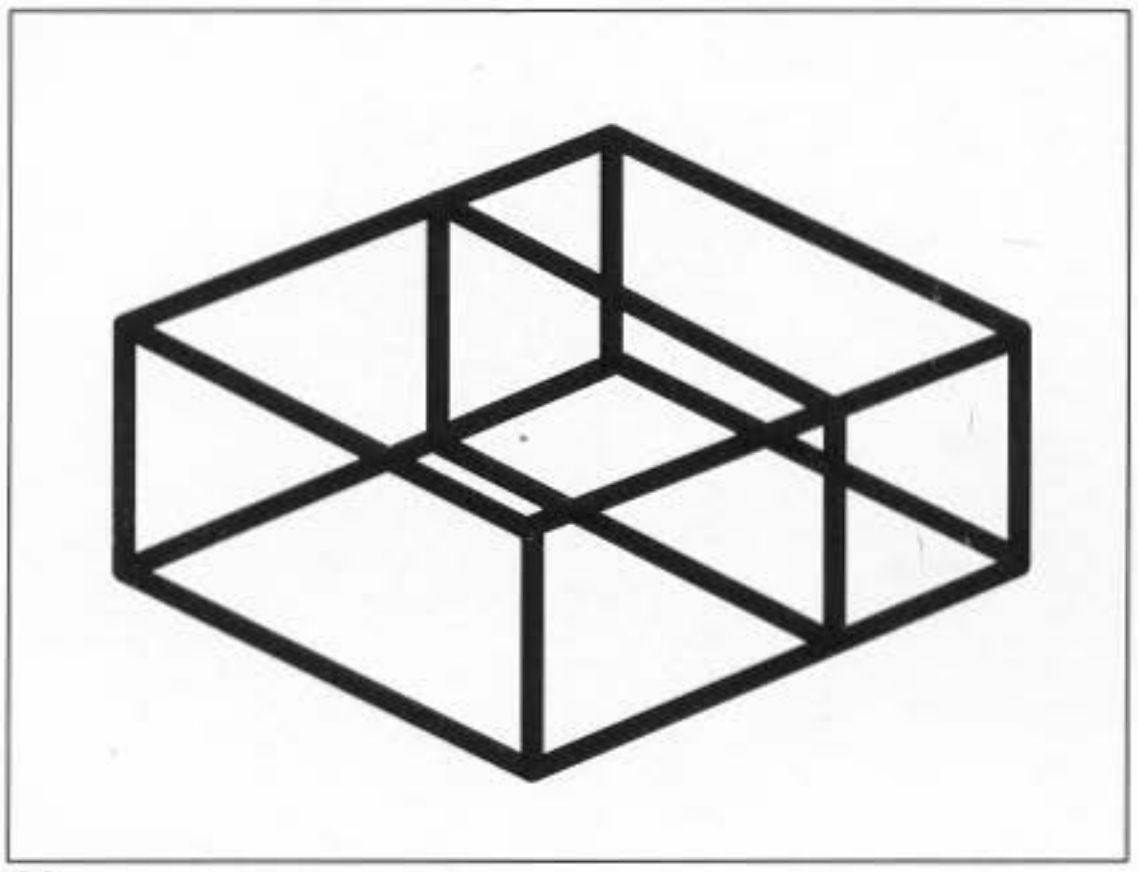
86



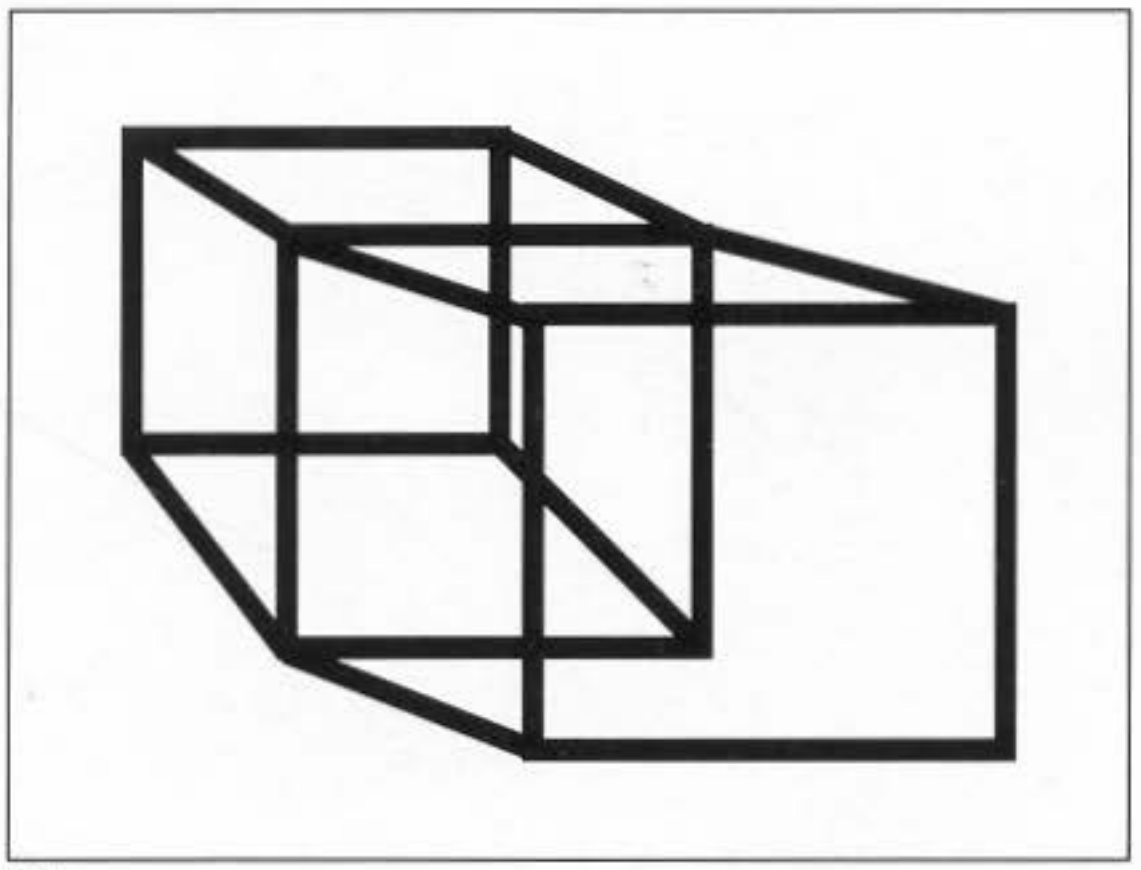
87



88



89



90

que tiene buen aspecto en una vista bi-dimensional puede resultar muy vulgar o incluso decepcionante en la vida real y puede ser imposible de construir con materiales físicos cuando los elementos tienen que unirse o apoyarse sólidamente. Los ejercicios de diseño tri-dimensional tienen que acompañarse con modelos reales. El diseño ayudado por ordenador es sólo para usuarios experimentados que en principio recurren al ordenador para acelerar la producción de plantas y alzados y para presentaciones en perspectiva.

Paso al texto principal

Las explicaciones completas de los términos y conceptos de diseño están en el texto principal que sigue. Las descripciones de técnicas informáticas que damos aquí no pueden ser completas y nunca podrán ser totalmente adecuadas. Por lo tanto, el lector necesitará consultar manuales especializados del ordenador y sus periféricos, así como el manual del usuario y los libros de guía de cualquier *software* que escoja. Los programas de *software* se actualizan con frecuencia, mejorando su comodidad y añadiéndole características, y el equipo puede quedar fácilmente anticuado al aparecer en el mercado nuevos modelos de mayor potencia. Esta introducción general intenta sólo ayudar al lector a que vea el nexo esencial entre el lenguaje de la forma visual y el lenguaje informático. A partir de ahí se plantea el reto de seguir adelante con el esfuerzo de captar todos los conceptos, principos y ejercicios sobre la forma y el diseño con un creciente dominio del ordenador, aumentando la sensibilidad estética y la competencia técnica.

DISEÑO BI-DIMENSIONAL

1. Introducción

¿Qué es el diseño?

Muchos piensan en el diseño como en algún tipo de esfuerzo dedicado a embellecer la apariencia exterior de las cosas. Ciertamente, el solo embellecimiento es una parte del diseño, pero el diseño es mucho más que eso.

Miremos en nuestro derredor. El diseño no es sólo adorno. La silla bien diseñada no sólo posee una apariencia exterior agradable, sino que se mantiene firme sobre el piso y da un confort adecuado a quien se siente en ella. Además, debe ser segura y bastante duradera, puede ser producida a un coste comparativamente económico, puede ser embalada y despachada en forma adecuada y, desde luego, debe cumplir una función específica, sea para trabajar, para descansar, para comer o para otras actividades humanas.

El diseño es un proceso de creación visual con un propósito. A diferencia de la pintura y de la escultura, que son la realización de las visiones personales y los sueños de un artista, el diseño cubre exigencias prácticas. Una unidad de diseño gráfico debe ser colocada frente a los ojos del público y transportar un mensaje prefijado. Un producto industrial debe cubrir las necesidades de un consumidor.

En pocas palabras, un buen diseño es la mejor expresión visual de la esencia de «algo», ya sea esto un mensaje o un producto. Para hacerlo fiel y eficazmente, el diseñador debe buscar la mejor forma posible para que ese «algo» sea conformado, fabricado, distribuido, usado y relacionado con su ambiente. Su creación no debe ser sólo estética sino también funcional, mientras refleja o guía el gusto de su época.

El lenguaje visual

El diseño es práctico. El diseñador es un hombre práctico. Pero antes de que esté preparado para enfrentarse con problemas prácticos, debe dominar un lenguaje visual.

Este lenguaje visual es la base de la creación del diseño. Dejando aparte el aspecto funcional del diseño, existen principios, reglas o conceptos, en lo que se refiere a la organización visual, que pueden importar a un diseñador. Un diseñador puede trabajar sin un conocimiento consciente de ninguno de tales principios, reglas o conceptos, porque su gusto personal y su sensibilidad a las relaciones visuales son mucho más importantes, pero una prolija comprensión de ellos habrá de aumentar en forma definida su capacidad para la organización visual.

En el programa de estudios del primer año, en toda escuela de arte y en todo departamento artístico universitario, y fuera de los campos de especialización que los estudiantes puedan proseguir después, siempre existe un curso variablemente denominado Diseño Básico, Diseño Fundamental, Diseño Bi-dimensional, etcétera, que se refiere a la gramática de este lenguaje visual.

Interpretando el lenguaje visual

Hay numerosas formas de interpretar el lenguaje visual. A diferencia del lenguaje hablado o escrito, cuyas leyes gramaticales están más o menos establecidas, el lenguaje visual carece de leyes obvias. Cada teórico del diseño puede poseer un conjunto de descubrimientos distintos por completo.

Mis propias interpretaciones, tal como se desarrollan en este libro, pueden parecer bastante rígidas y excesivamente simplificadas. Los lectores descubrirán en seguida que mis teorías tienen mucha relación con un pensamiento sistemático y muy poca con la emoción y la intuición. Esto se debe a que prefiero enfrentar a los principios en términos precisos y concretos, con una máxima objetividad y una mínima ambigüedad.

No debemos olvidar que el diseñador es una persona que resuelve problemas. Los problemas que debe encarar le son siempre dados. Esto supone que él no puede alterar ninguno de los pro-

blemas, sino que debe encontrar las soluciones apropiadas. Ciertamente, una solución inspirada podrá ser conseguida de forma intuitiva, pero en casi todos los casos el diseñador deberá confiar en su mente inquisitiva, la que explora todas las situaciones visuales posibles, dentro de las exigencias de los problemas específicos.

Elementos de diseño

Mi teoría comienza con una lista de los elementos del diseño. Esta lista es necesaria porque los elementos formarán la base de todas nuestras futuras discusiones.

En realidad, los elementos están muy relacionados entre sí y no pueden ser fácilmente separados en nuestra experiencia visual general. Tomados por separado, pueden parecer bastante abstractos, pero reunidos determinan la apariencia definitiva y el contenido de un diseño.

Se distinguen cuatro grupos de elementos:

a) Elementos conceptuales.
b) Elementos visuales.
c) Elementos de relación.
d) Elementos prácticos.

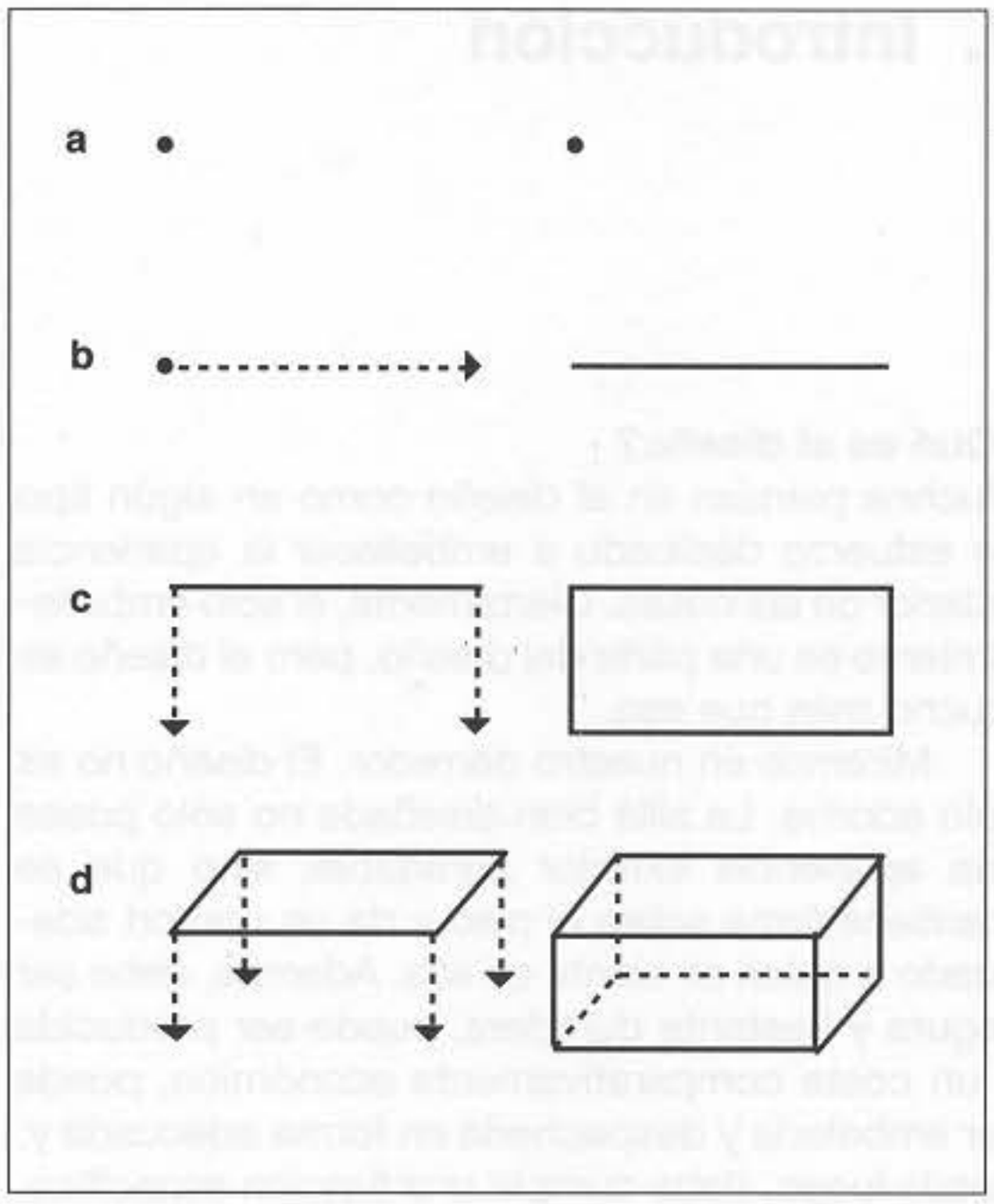
Elementos conceptuales

Los elementos conceptuales no son visibles. No existen de hecho, sino que parecen estar presentes. Por ejemplo, creemos que hay un punto en el ángulo de cierta forma, que hay una línea en el contorno de un objeto, que hay planos que envuelven un volumen y que un volumen ocupa un espacio. Estos puntos, líneas, planos y volúmenes no están realmente allí; si lo están, ya no son conceptuales.

a) Punto. Un punto indica posición. No tiene largo ni ancho. No ocupa una zona del espacio. Es el principio y el fin de una línea, y es donde dos líneas se encuentran o se cruzan (figura 1a).

b) Línea. Cuando un punto se mueve, su recorrido se transforma en una línea. La línea tiene largo, pero no ancho. Tiene posición y dirección. Está limitada por puntos. Forma los bordes de un plano (fig. 1b).

c) Plano. El recorrido de una línea en movimiento (en una dirección distinta a la suya intrínseca) se convierte en un plano. Un plano tiene largo y ancho, pero no grosor. Tiene posición y dirección. Está limitado por líneas. Define los límites extremos de un volumen (fig. 1c).



1

d) Volumen. El recorrido de un plano en movimiento (en una dirección distinta a la suya intrínseca) se convierte en un volumen. Tiene una posición en el espacio y está limitado por planos. En un diseño bi-dimensional, el volumen es ilusorio (fig. 1d).

Elementos visuales

Cuando dibujamos un objeto en un papel, empleamos una línea visible para representar una línea conceptual. La línea visible tiene no sólo largo, sino también ancho. Su color y su textura quedan determinados por los materiales que usamos y por la forma en que los usamos.

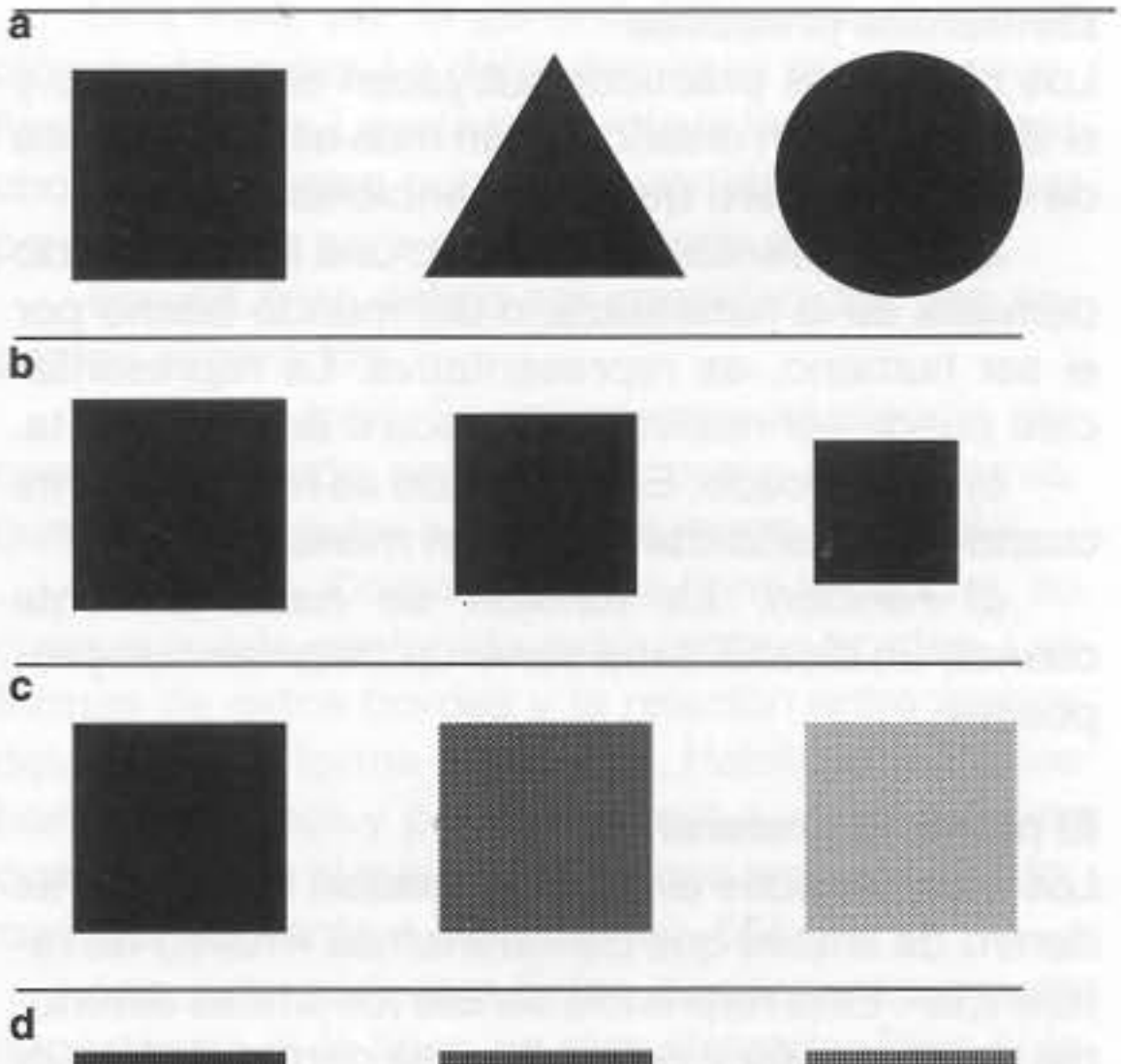
Así, cuando los elementos conceptuales se hacen visibles, tienen forma, medida, color y textura. Los elementos visuales forman la parte más prominente de un diseño, porque son lo que realmente vemos.

a) Forma. Todo lo que pueda ser visto posee una forma que aporta la identificación principal en nuestra percepción (fig. 2a).

b) Medida. Todas las formas tienen un tamaño. El tamaño es relativo si lo describimos en términos de magnitud y de pequeñez, pero asimismo es físicamente mensurable (fig. 2b).

c) Color. Una forma se distingue de sus cercanías por medio del color. El color se utiliza en su sentido amplio, comprendiendo no sólo los del espectro solar sino asimismo los neutros (blanco, negro, los grises intermedios) y asimismo sus variaciones tonales y cromáticas (fig. 2c).

d) Textura. La textura se refiere a las cercanías en la superficie de una forma. Puede ser plana o decorada, suave o rugosa, y puede atraer tanto al sentido del tacto como a la vista (fig. 2d).



Elementos de relación

Este grupo de elementos gobierna la ubicación y la interrelación de las formas en un diseño. Algunos pueden ser percibidos, como la dirección y la posición; otros pueden ser sentidos, como el espacio y la gravedad.

a) Dirección. La dirección de una forma depende de cómo está relacionada con el observador, con el marco que la contiene o con otras formas cercanas (fig. 3a).

b) Posición. La posición de una forma es juzgada por su relación respecto al cuadro o la estructura (véase capítulo 4) del diseño (fig. 3b).

c) Espacio. Las formas de cualquier tamaño, por pequeñas que sean, ocupan un espacio. Así, el espacio puede estar ocupado o vacío. Puede asimismo ser liso o puede ser ilusorio, para sugerir una profundidad (fig. 3c).

d) Gravedad. La sensación de gravedad no es visual sino psicológica. Tal como somos atraídos por la gravedad de la Tierra, tenemos tendencia a atribuir pesantez o liviandad, estabilidad o inestabilidad, a formas, o grupos de formas, individuales (fig. 3d).

Elementos prácticos

Los elementos prácticos subyacen el contenido y el alcance de un diseño. Están más allá del alcance de este libro, pero quisiera mencionarlos aquí:

a) Representación. Cuando una forma ha sido derivada de la naturaleza, o del mundo hecho por el ser humano, es representativa. La representación puede ser realista, estilizada o semiabstracta.

b) Significado. El significado se hace presente cuando el diseño transporta un mensaje.

c) Función. La función se hace presente cuando un diseño debe servir un determinado propósito.

El marco de referencia

Los mencionados elementos existen normalmente dentro de límites que denominamos «marco de referencia». Esta referencia señala los límites exteriores de un diseño y define la zona dentro de la cual funcionan juntos los elementos creados y los espacios que se han dejado en blanco.

El marco de referencia no supone necesariamente un marco real. En ese caso, el marco debe ser considerado como parte integral del diseño. Los elementos visuales del marco visible no deben ser descuidados. Si no existe un marco real, los bordes de un cartel, o las páginas de una revista o las diversas superficies de un paquete se convierten en referencias al marco para los diseños respectivos.

El marco de un diseño puede ser de cualquier forma, aunque habitualmente es rectangular. La forma básica de una hoja impresa es la referencia al marco para el diseño que ella contiene.

El plano de la imagen

Dentro de la referencia al marco está el plano de la imagen. El plano de la imagen es en realidad la superficie plana del papel (o de otro material) en el que el diseño ha sido creado.

Las formas son directamente pintadas o impresas en ese plano de la imagen, pero pueden parecer situadas arriba, debajo u oblicuas con él, debido a ilusiones espaciales, que serán plenamente tratadas en el capítulo 12.

Forma y estructura

Todos los elementos visuales constituyen lo que generalmente llamamos «forma», que es el objetivo primario en nuestra actual investigación sobre el lenguaje visual. La forma, en este sentido, no es sólo una forma que se ve, sino una figura de tamaño, color y textura determinados.

La manera en que una forma es creada, construida u organizada junto a otras formas, es a menudo gobernada por cierta disciplina a la que denominamos «estructura». La estructura que incluye a los elementos de relación es asimismo esencial para nuestros estudios.

Tanto la forma como la estructura serán prolijamente tratadas en los otros capítulos.

2. Forma

La forma y los elementos conceptuales

Como fuera señalado, los elementos conceptuales no son visibles. Así, el punto, la línea o el plano, cuando son visibles, se convierten en forma. Un punto sobre el papel, por pequeño que sea, debe tener una figura, un tamaño, un color y una textura si se quiere que sea visto. También debe señalarse lo mismo de una línea o de un plano. En un diseño bi-dimensional, el volumen es imaginario.

Los puntos, líneas o planos visibles son formas en un verdadero sentido, aunque formas tales como puntos o líneas son simplemente denominados puntos o líneas en la práctica.

La forma como punto

Una forma es reconocida como un punto porque es pequeña.

La pequeñez, desde luego, es relativa. Una forma puede parecer bastante grande cuando está contenida dentro de un marco pequeño, pero la misma forma puede parecer muy pequeña si es colocada dentro de un marco mucho mayor (fig. 4).

La forma más común de un punto es la de un círculo simple, compacto, carente de ángulos y de dirección. Sin embargo, un punto puede ser cuadrado, triangular, oval o incluso de una forma irregular (fig. 5).

Por lo tanto, las características principales de un punto son:

a) su tamaño debe ser comparativamente pequeño, y

b) su forma debe ser simple.

La forma como línea

Una forma es reconocida como línea por dos razones: *a)* su ancho es extremadamente estrecho; *b)* su longitud es prominente.

Una línea, por lo general, transmite la sensación de delgadez. La delgadez, igual que la pequeñez, es relativa. La relación entre la longitud y el ancho de una forma puede convertirla en una línea, pero no existe para esto un criterio absoluto.

En una línea deben ser considerados tres aspectos separados:

La forma total. Se refiere a su apariencia general, que puede ser descrita como recta, curva, quebrada, irregular o trazada a mano (figura 6a).

El cuerpo. Como una línea tiene un ancho, su cuerpo queda contenido entre ambos bordes. Las formas de estos bordes y la relación entre ambos determinan la forma del cuerpo. Habitualmente, los bordes son lisos y paralelos, pero a veces pueden ocasionar que el cuerpo de la línea parezca afilado, nudoso, vacilante o irregular (fig. 6b).

Las extremidades. Éstas pueden carecer de importancia si la línea es muy delgada. Pero si la línea es ancha, la forma de sus extremos puede convertirse en prominente. Pueden ser cuadrados, redondos, puntiagudos o de cualquier otra forma simple (fig. 6c).

Los puntos dispuestos en una hilera pueden dar la sensación de una línea. Pero en este caso la línea es conceptual y no visual, porque lo que vemos es todavía una serie de puntos (fig. 6d).

La forma como plano

En una superficie bi-dimensional, todas las formas lisas que comúnmente no sean reconocidas como puntos o líneas son planos.

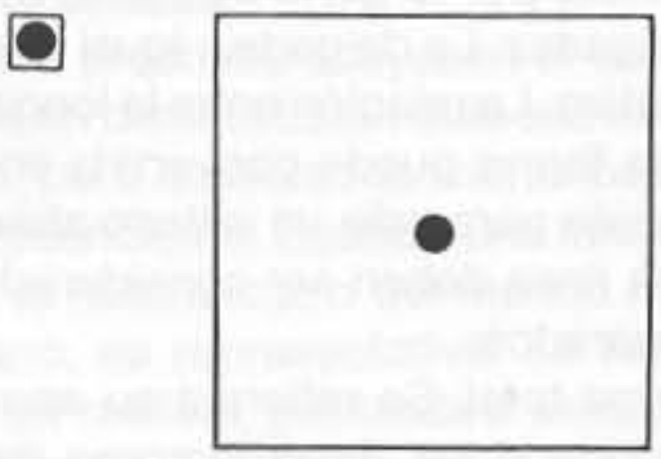
Una forma plana está limitada por líneas conceptuales que constituyen los bordes de la forma. Las características de estas líneas conceptuales, y sus interrelaciones, determinan la figura de la forma plana.

Las formas planas tienen una variedad de figuras, que pueden ser clasificadas como sigue:

a) Geométricas, construidas matemáticamente (fig. 7a).

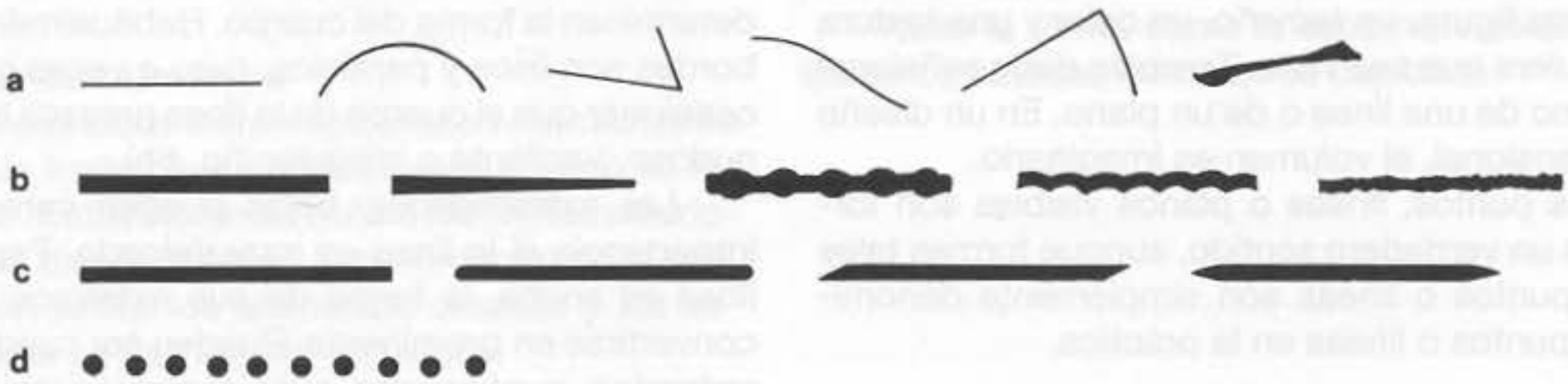
b) Orgánicas, rodeadas por curvas libres, que sugieren fluidez y desarrollo (fig. 7b).

c) Rectilíneas, limitadas por líneas rectas que no están relacionadas matemáticamente entre sí (fig. 7c).

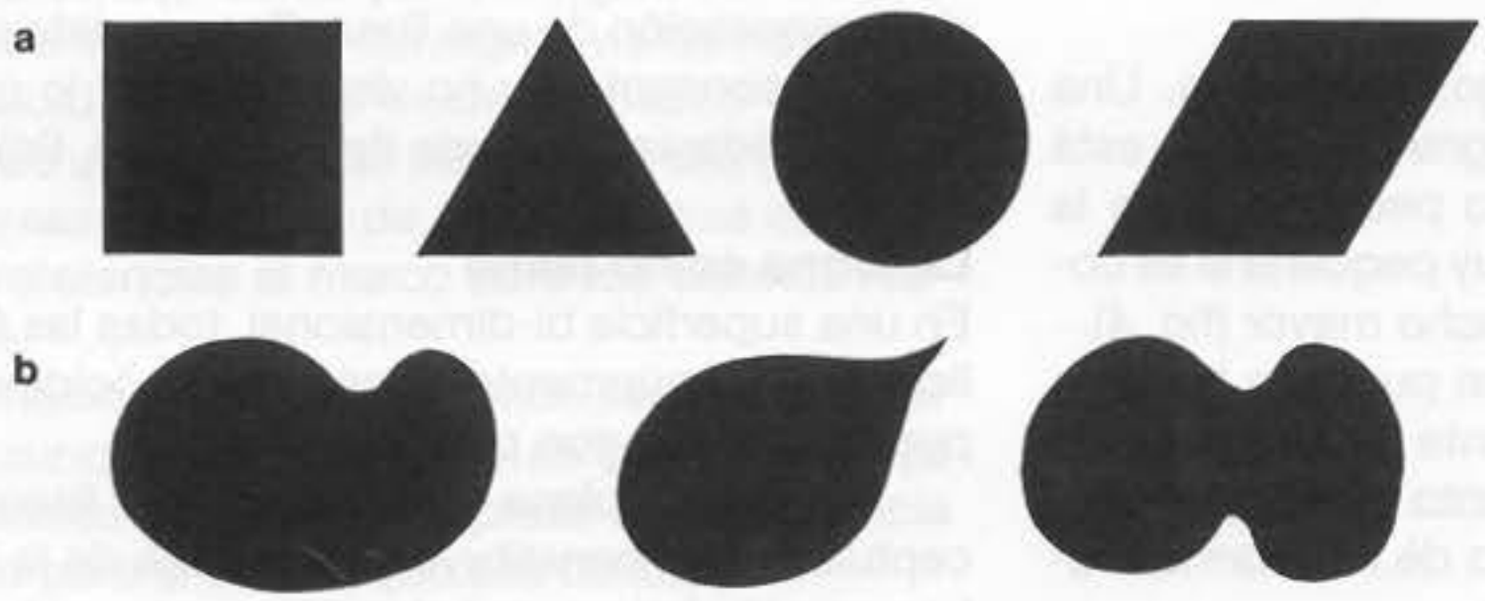


4

5



6



7

d) Irregulares, limitadas por líneas rectas y curvas que no están relacionadas matemáticamente entre sí (fig. 7d).

e) Manuscritas, caligráficas o creadas a mano alzada (fig. 7e).

f) Accidentales, determinadas por el efecto de procesos o materiales especiales, u obtenidas accidentalmente (fig. 7f).

Las formas planas pueden ser sugeridas por medio del dibujo. En este caso, debe considerarse el grosor de las líneas. Los puntos dispuestos en una fila pueden asimismo sugerir una forma plana.

Los puntos o líneas, agrupados en forma densa y regular, pueden sugerir asimismo formas planas. Se convierten en la textura del plano.

La forma como volumen

La forma como volumen es completamente ilusoria y exige una especial situación espacial. Una discusión completa sobre ello se encontrará en el capítulo 12.

Formas positivas y negativas

Por regla general, a la forma se la ve como ocupante de un espacio, pero también puede ser vista como un espacio blanco, rodeado de un espacio ocupado.

Cuando se la percibe como ocupante de un espacio, la llamamos forma «positiva». Cuando se la percibe como un espacio en blanco, rodeado por un espacio ocupado, la llamamos forma «negativa» (fig. 8).

En el diseño en blanco y negro, tendemos a considerar al negro como ocupado y al blanco como vacío. Así, una forma negra es reconocida como positiva y una forma blanca como negativa. Pero tales formas no corresponden siempre a la realidad. Especialmente cuando las formas se penetran o interfieren entre sí (véase en este capítulo la sección sobre interrelación de las formas) ya no es fácil separar lo que es positivo y lo que es negativo.

La forma, sea positiva o negativa, es mencionada comúnmente como la «figura», que está sobre un «fondo». Aquí el «fondo» designa a la zona cercana a la forma o «figura». En casos ambiguos, la relación entre figura y fondo puede ser reversible. Esto será tratado en el capítulo 12.

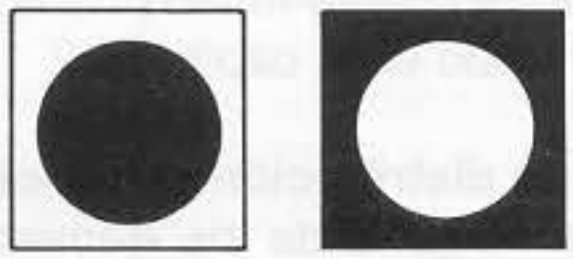
La forma y la distribución del color

Sin cambiar ninguno de los elementos en un diseño, la distribución de colores dentro de un esquema definido de colores puede adoptar una gran escala de variaciones. Pongamos un ejemplo muy simple. Supongamos que tenemos una forma que existe dentro de un marco y que podemos usar sólo blanco y negro. Se pueden obtener cuatro formas diferentes en la distribución del color:

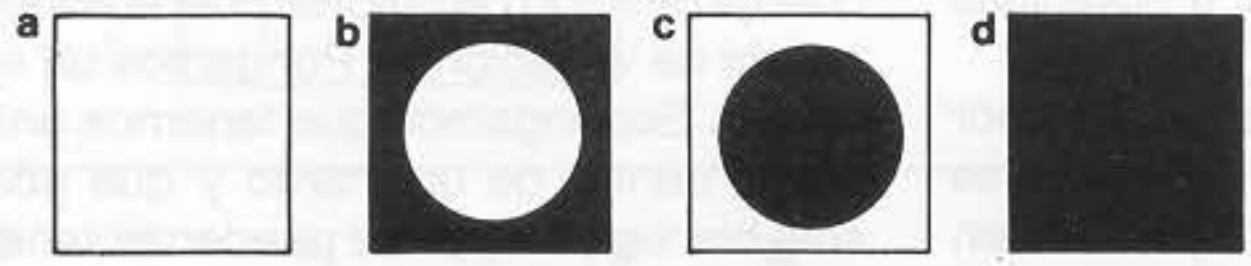
a) Forma blanca sobre fondo blanco (fig. 9a).
b) Forma blanca sobre fondo negro (fig. 9b).
c) Forma negra sobre fondo blanco (fig. 9c).
d) Forma negra sobre fondo negro (fig. 9d).

En el caso *a)*, el diseño es totalmente blanco y la forma desaparece. En el *b)* tenemos una forma negativa. En el *c)* tenemos una forma positiva. En el *d)* el diseño es totalmente negro, y la forma desaparece, igual que en el *a)*. Desde luego, podemos tener la forma dibujada en negro dentro del *a)*, y dibujada en blanco dentro del *d)* (fig. 10).

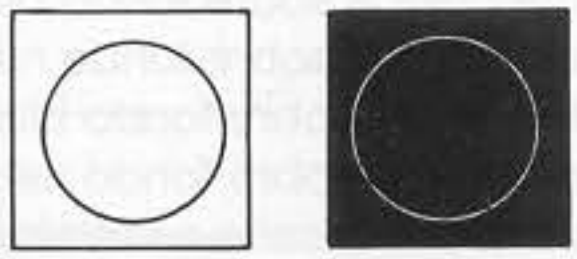
Si aumenta la complejidad del diseño, aumentan asimismo las diferentes posibilidades para la distribución del color. Para ilustrarlo nuevamente tenemos dos círculos que se cruzan entre sí dentro de un marco. En el ejemplo anterior teníamos solamente dos zonas definidas donde distribuir nuestros colores. Ahora tenemos cuatro zonas. Utilizando todavía blanco y negro, podemos presentar dieciséis variantes distintas en lugar de cuatro (fig. 11).



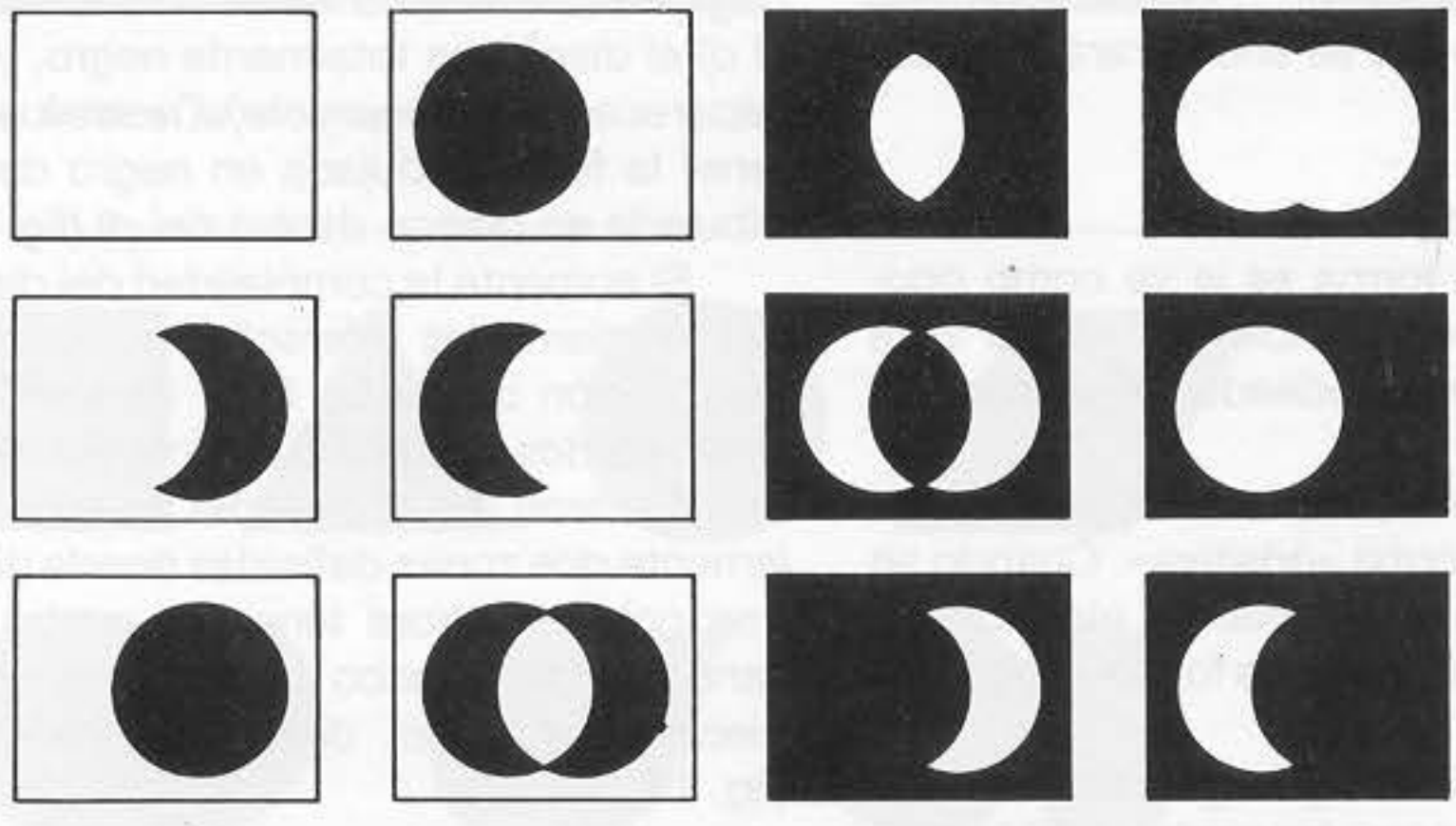
8



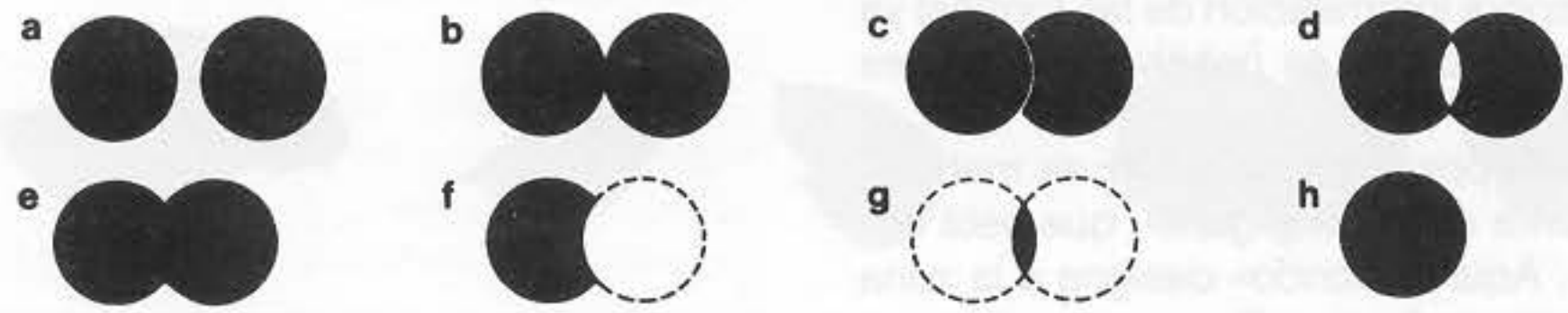
9



10



11



12

Interrelación de formas

Las formas pueden encontrarse entre sí de diferentes maneras. Hemos demostrado que cuando una forma se superpone a otra, los resultados no son tan simples como podíamos haber creído.

Ahora elegimos dos círculos y vemos cómo pueden ser reunidos. Escogemos dos círculos de la misma medida para evitar complicaciones innecesarias. Pueden distinguirse ocho maneras diferentes para su interrelación:

a) Distanciamiento. Ambas formas quedan separadas entre sí, aunque puedan estar muy cercanas (fig. 12a).

b) Toque. Si acercamos ambas formas, comienzan a tocarse. El espacio que las mantenía separadas en *a)* queda así anulado (fig. 12b).

c) Superposición. Si acercamos aún más ambas formas, una se cruza sobre la otra y parece estar por encima, cubriendo una porción de la que queda debajo (fig. 12c).

d) Penetración. Igual que en *c)*, pero ambas formas parecen transparentes. No hay una relación obvia de arriba y debajo entre ellas, y los contornos de ambas formas siguen siendo enteramente visibles (fig. 12d).

e) Unión. Igual que en *c)*, pero ambas formas quedan reunidas y se convierten en una forma nueva y mayor. Ambas formas pierden una parte de su contorno cuando están unidas (figura 12e).

f) Sustracción. Cuando una forma invisible se cruza sobre otra visible, el resultado es una sustracción. La porción de la forma visible que queda cubierta por la invisible se convierte asimismo en invisible. La sustracción puede ser considerada como la superposición de una forma negativa sobre una positiva (fig. 12f).

g) Intersección. Igual que en *d)*, pero solamente es visible la porción en que ambas formas se cruzan entre sí. Como resultado de la intersección, surge una forma nueva y más pequeña. Puede no recordarnos las formas originales con las que fue creada (fig. 12g).

h) Coincidencia. Si acercamos aún más ambas formas, habrán de coincidir. Los dos círculos se convierten en uno (fig. 12h).

Las diversas clases de interrelaciones deben siempre ser exploradas cuando se organizan formas dentro de un diseño.

Efectos espaciales en interrelaciones de formas

El distanciamiento, el toque, la superposición, la penetración, la unión, la sustracción, la intersección o la coincidencia de formas: cada clase de interrelación produce diferentes efectos espaciales.

En el distanciamiento, ambas formas pueden parecer equidistantes del ojo, o una más cercana y otra más lejana.

En el toque, la situación espacial de ambas formas es asimismo flexible, como en el distanciamiento. El color desempeña un papel importante para determinar la situación espacial.

En la superposición, es obvio que una forma está delante o encima de la otra.

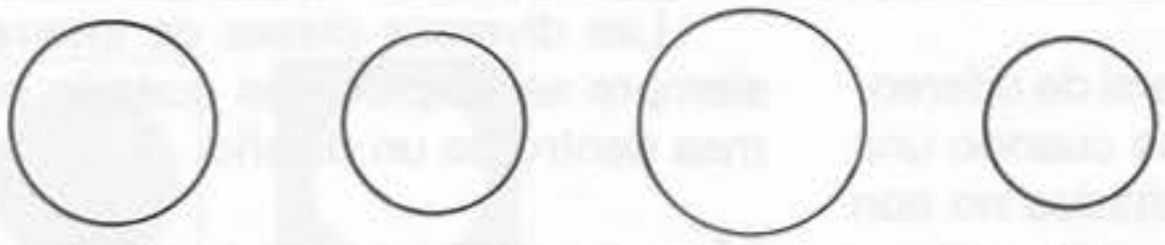
En la penetración, la situación espacial es un poco vaga, pero con la manipulación de colores es posible colocar una forma sobre la otra.

En la unión, las formas aparecen habitualmente como equidistantes del ojo, porque se convierten en una forma nueva.

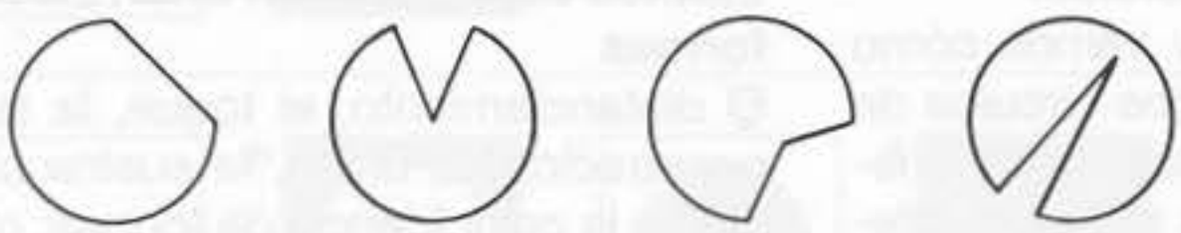
En la sustracción, igual que en la penetración, nos enfrentamos a una forma nueva. Ninguna variación espacial es posible.

En la coincidencia, solamente tenemos una forma si las dos anteriores son idénticas en figura, tamaño y dirección. Si una es más pequeña en tamaño, o diferente de la otra en figura, en dirección o en ambas cosas, no habrá una coincidencia real y se producirán la superposición, la penetración, la unión, la sustracción o la intersección, con los posibles efectos espaciales ya mencionados.

a



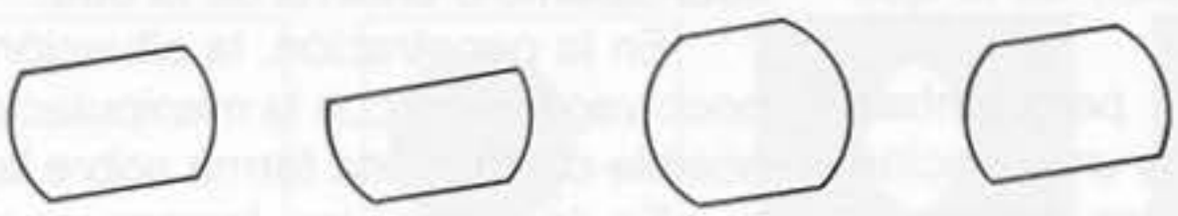
b



c

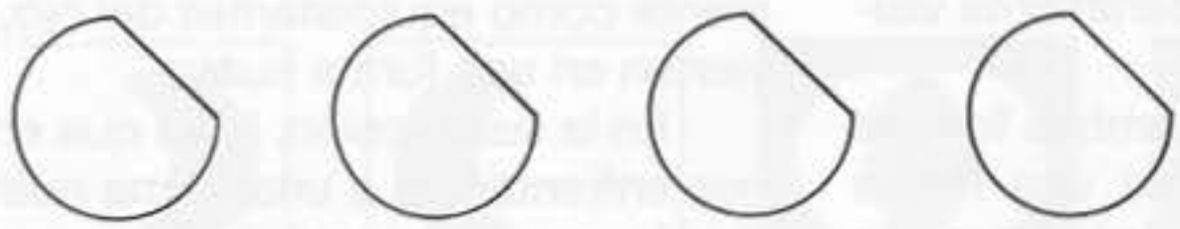
d

e

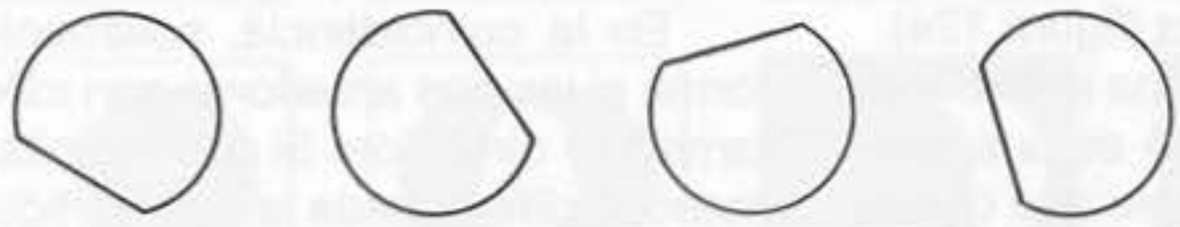


13

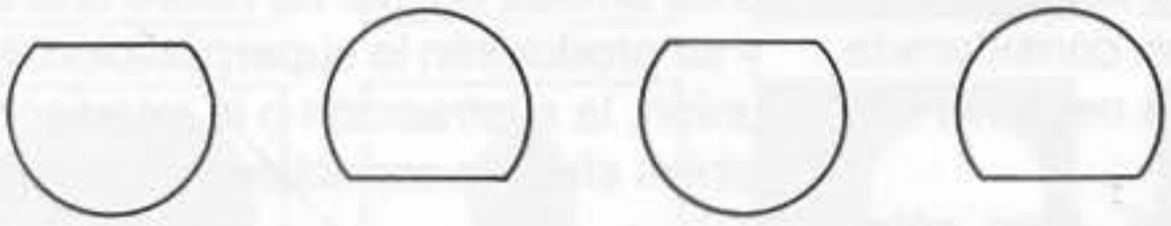
a



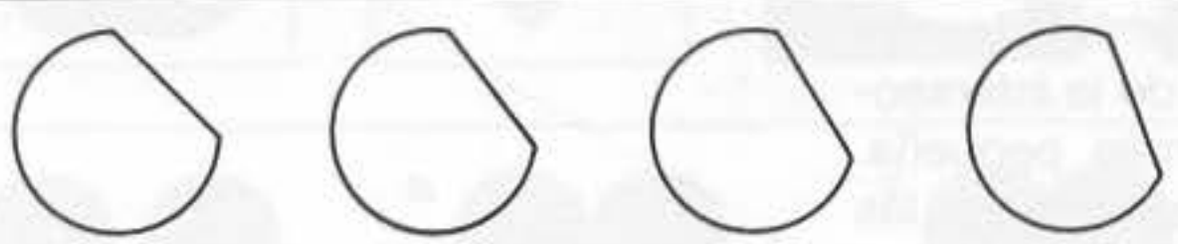
b



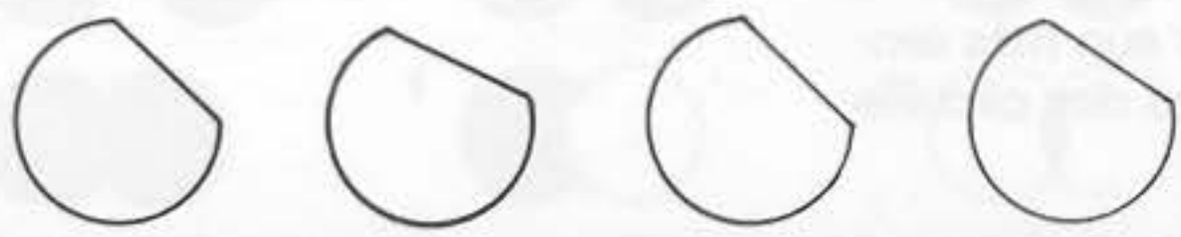
c



d



e



14

3. Repetición

Módulos

Cuando un diseño ha sido compuesto por una cantidad de formas, las idénticas o similares entre sí son «formas unitarias» o «módulos» que aparecen más de una vez en el diseño.

La presencia de módulos tiende a unificar el diseño. Los módulos pueden ser descubiertos fácilmente en casi todos los diseños si los buscamos. Un diseño puede contener más de un conjunto de módulos.

Los módulos deben ser simples. Los demasiado complicados tienden a destacarse como formas individuales, con lo que el efecto de unidad puede ser anulado.

Repetición de módulos

Si utilizamos la misma forma más de una vez en un diseño, la utilizamos en repetición.

La repetición es el método más simple para el diseño. Las columnas y las ventanas en arquitectura, las patas de un mueble, el dibujo sobre una tela, las baldosas de un suelo, son ejemplos obvios de la repetición.

La repetición de módulos suele aportar una inmediata sensación de armonía. Cada módulo que se repite es como el compás de un ritmo dado. Cuando los módulos son utilizados en gran tamaño y pequeñas cantidades, el diseño puede parecer simple y audaz; cuando son infinitamente pequeños y se utilizan en grandes cantidades, el diseño puede parecer un ejemplo de textura uniforme, compuesto de diminutos elementos.

Tipos de repetición

Con una idea precisa, la repetición debe ser considerada respecto a cada uno de los elementos visuales y de relación:

a) *Repetición de figura.* La figura es siempre el elemento más importante. Las figuras que se repiten pueden tener diferentes medidas, colores, etc. (fig. 13a).

b) *Repetición de tamaño.* La repetición de tamaño sólo es posible cuando las figuras son también repetidas o muy similares (fig. 13b).

c) *Repetición de color.* Esto supone que todas las formas tienen el mismo color, pero que sus figuras y tamaños pueden variar (fig. 13c).

d) *Repetición de textura.* Todas las formas pueden ser de la misma textura, pero pueden ser de diferentes conformaciones, medidas o colores. En la impresión, todas las formas sólidamente impresas con la misma clase de tinta sobre la misma superficie son consideradas de una misma textura (fig. 13d).

e) *Repetición de dirección.* Esto sólo es posible cuando las formas muestran un sentido definido de dirección, sin la menor ambigüedad (fig. 13e).

f) *Repetición de posición.* Esto se refiere a cómo se disponen las formas, de acuerdo a una estructura, lo que será tratado en el próximo capítulo.

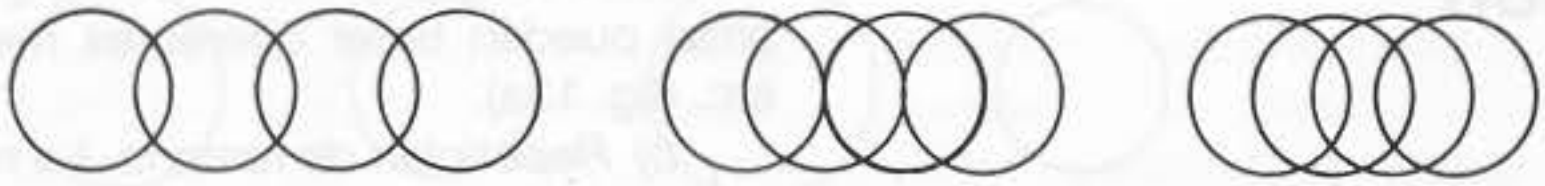
g) *Repetición de espacio.* Todas las formas pueden ocupar su espacio de una misma manera. En otras palabras, pueden ser todas positivas, o todas negativas, o relacionadas de la misma manera con el plano de la imagen.

h) *Repetición de gravedad.* La gravedad es un elemento demasiado abstracto para ser utilizado repetidamente. Es dificultoso afirmar que las formas sean de igual pesantez o liviandad, de igual estabilidad o inestabilidad, a menos que todos los otros elementos estén en estricta repetición.

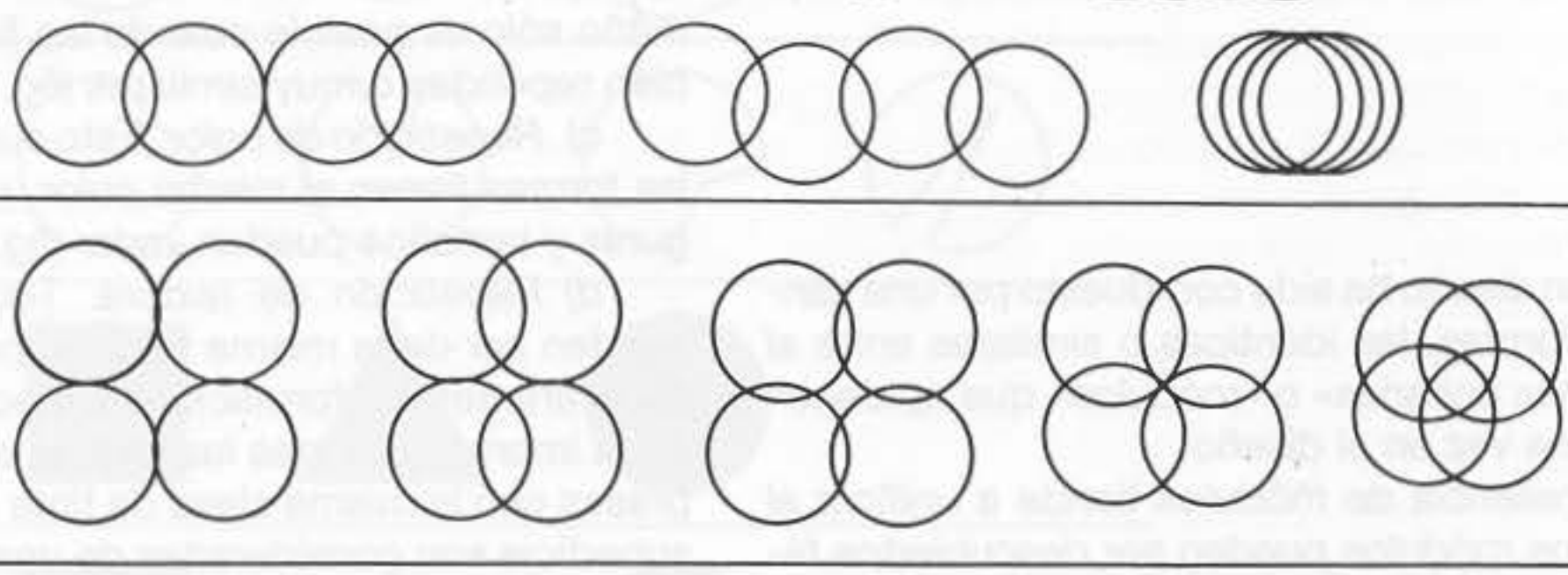
Variaciones en la repetición

La repetición de todos los elementos puede resultar monótona. La repetición de un solo elemento puede no provocar la sensación de orden y de armonía que asociamos normalmente con la disciplina de la repetición. Si la mayor parte de los elementos visuales están en repetición, deben explorarse las posibilidades de variaciones direccionales o espaciales.

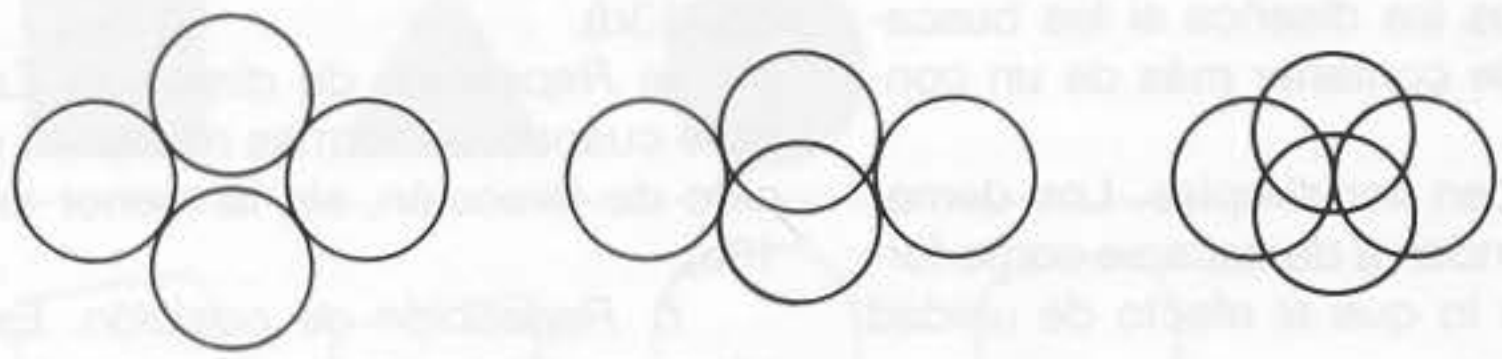
a



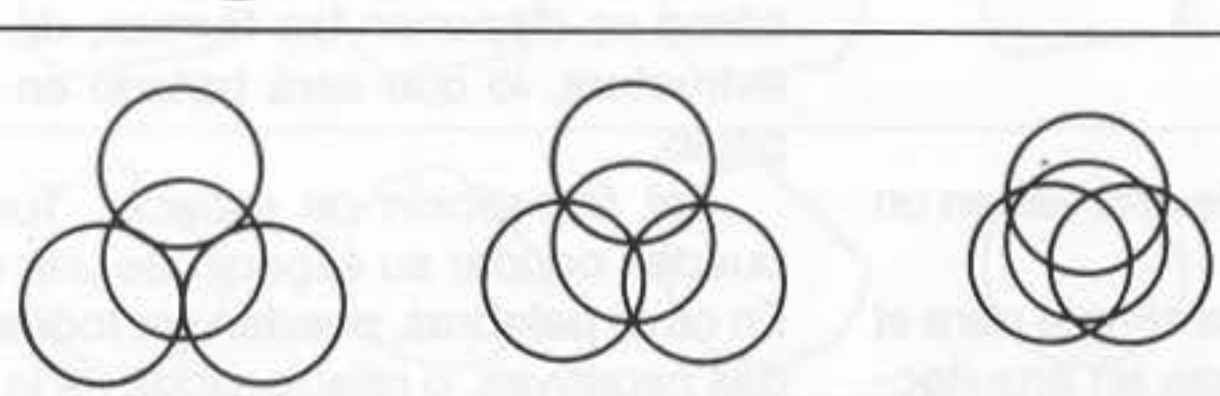
b



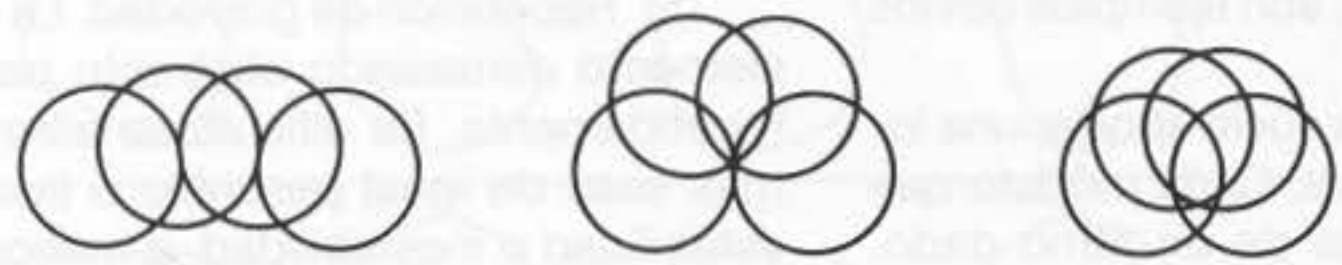
c



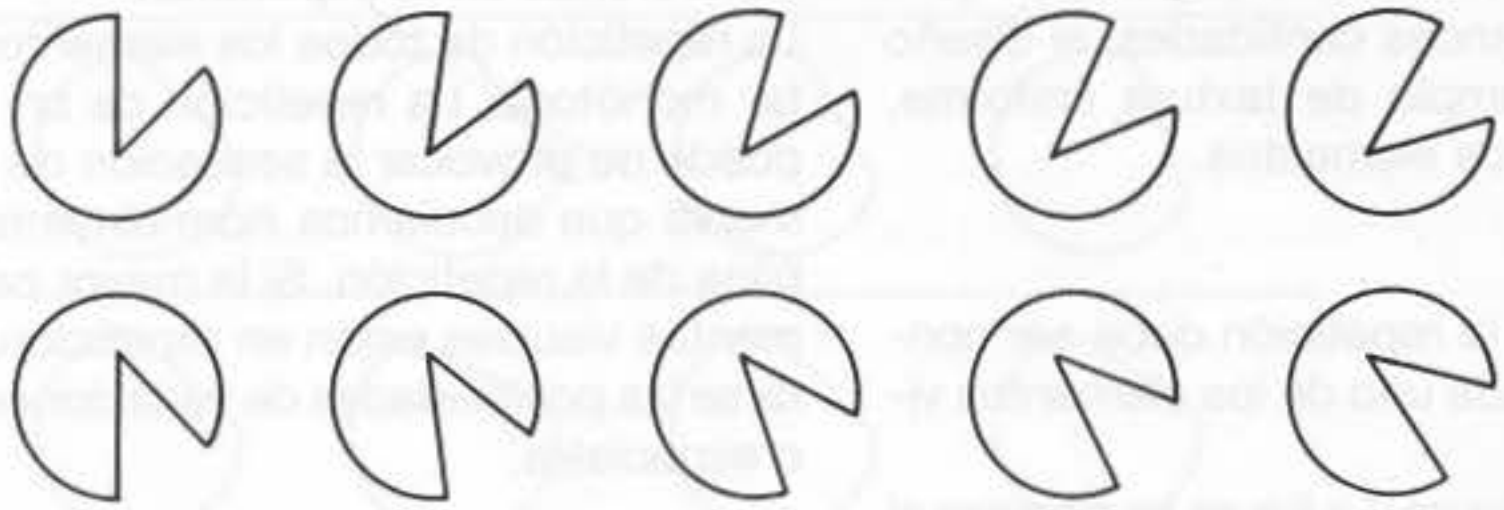
d



e



15



16

Variaciones direccionales. Con la excepción del círculo, todas las formas pueden variar de dirección en cierto grado. Aun los círculos pueden ser agrupados para dar una sensación de dirección. Pueden distinguirse varias clases de arreglos direccionales:

a) Direcciones repetidas (fig. 14a).
b) Direcciones indefinidas (fig. 14b).
c) Direcciones alternadas (fig. 14c).
d) Direcciones en gradación (fig. 14d).
e) Direcciones similares (fig. 14e).

Las direcciones repetidas y las dispuestas en forma más regular pueden ser mezcladas con algunas direcciones irregulares.

Variaciones espaciales. Éstas pueden ser obtenidas reuniendo a las formas en una cantidad de interrelaciones, como se describió en el capítulo previo. El uso imaginativo de la superposición, la penetración, la unión o las combinaciones y negativas puede conducir a resultados sorprendentes.

Submódulos y supermódulos

Un módulo puede estar compuesto por elementos más pequeños, que son utilizados en repetición. Tales elementos más pequeños son denominados «submódulos».

Si los módulos, al ser organizados en un diseño, se agrupan juntos para convertirse en una forma mayor, que luego es utilizada en repetición, denominamos «supermódulos» a estas formas mayores o nuevas. Los supermódulos pueden ser utilizados en un diseño junto a módulos comunes si así fuera necesario.

Tal como podemos tener más de un solo tipo de módulos, podemos tener también, si así se desea, una variedad de supermódulos.

El encuentro de los cuatro círculos

Para ilustrar la formación de supermódulos, vemos cómo pueden agruparse cuatro círculos del mismo tamaño. Las posibilidades son claramente ilimitadas, pero podemos examinar algunas de las formas más comunes de disposición:

a) Disposición lineal. Los círculos son alineados como si fueran guiados por una línea conceptual que pasara por los centros de todos los círculos. La línea conceptual puede ser recta, curva o quebrada. La distancia entre los círculos puede ser regulada como se desee. Nótese, en un caso extremo, que cada uno de los círculos cruza simultáneamente sobre los otros tres, produciendo hasta trece divisiones (fig. 15a).

b) Disposición cuadrada o rectangular. En este caso los cuatro círculos ocupan cuatro puntos que, entre sí, pueden formar un cuadrado o un rectángulo. Igual que en el caso *a)*, se produce un caso extremo que muestra trece divisiones cuando todos los círculos se penetran profundamente entre sí (fig. 15b).

c) Disposición en rombo. Aquí los cuatro círculos ocupan cuatro puntos que, unidos entre sí, pueden formar un rombo. Regulando la distancia entre los círculos, pueden surgir varios tipos de supermódulos (fig. 15c).

d) Disposición triangular. Aquí los cuatro círculos son dispuestos para que tres de ellos ocupen los tres extremos de un triángulo, con el cuarto en el centro. Esto produce también interesantes supermódulos (fig. 15d).

e) Disposición circular. Cuatro círculos en disposición circular producen el mismo resultado que en la disposición cuadrada, pero la disposición circular puede ser muy singular agregando más círculos. Cuatro círculos pueden ser dispuestos para sugerir un arco de círculo, pero esto puede ser similar a una disposición lineal (fig. 15e).

Repetición y reflexión

La reflexión es un caso especial de la repetición. Por reflexión entendemos que una forma es espejada, resultando una nueva forma que se parece mucho a la original, pero una va hacia la izquierda, la otra hacia la derecha y las dos nunca pueden coincidir exactamente.

La reflexión sólo es posible cuando la forma no es simétrica, ya que una forma simétrica resulta ser la misma tras la reflexión.

La rotación de una forma en cualquier dirección no puede nunca producir su forma reflejada. La forma reflejada posee un conjunto completamente distinto de rotaciones (fig. 16).

Todas las formas simétricas pueden ser divididas en dos partes: una parte componente y su reflexión. La unión de ambas partes produce la forma simétrica.

Notas sobre los ejercicios

Las figuras 17a, b, c, d, e y f representan el resultado de un problema simple: la repetición de módulos (círculos) de una misma forma y un mismo tamaño. No existe restricción sobre la cantidad de círculos utilizada.

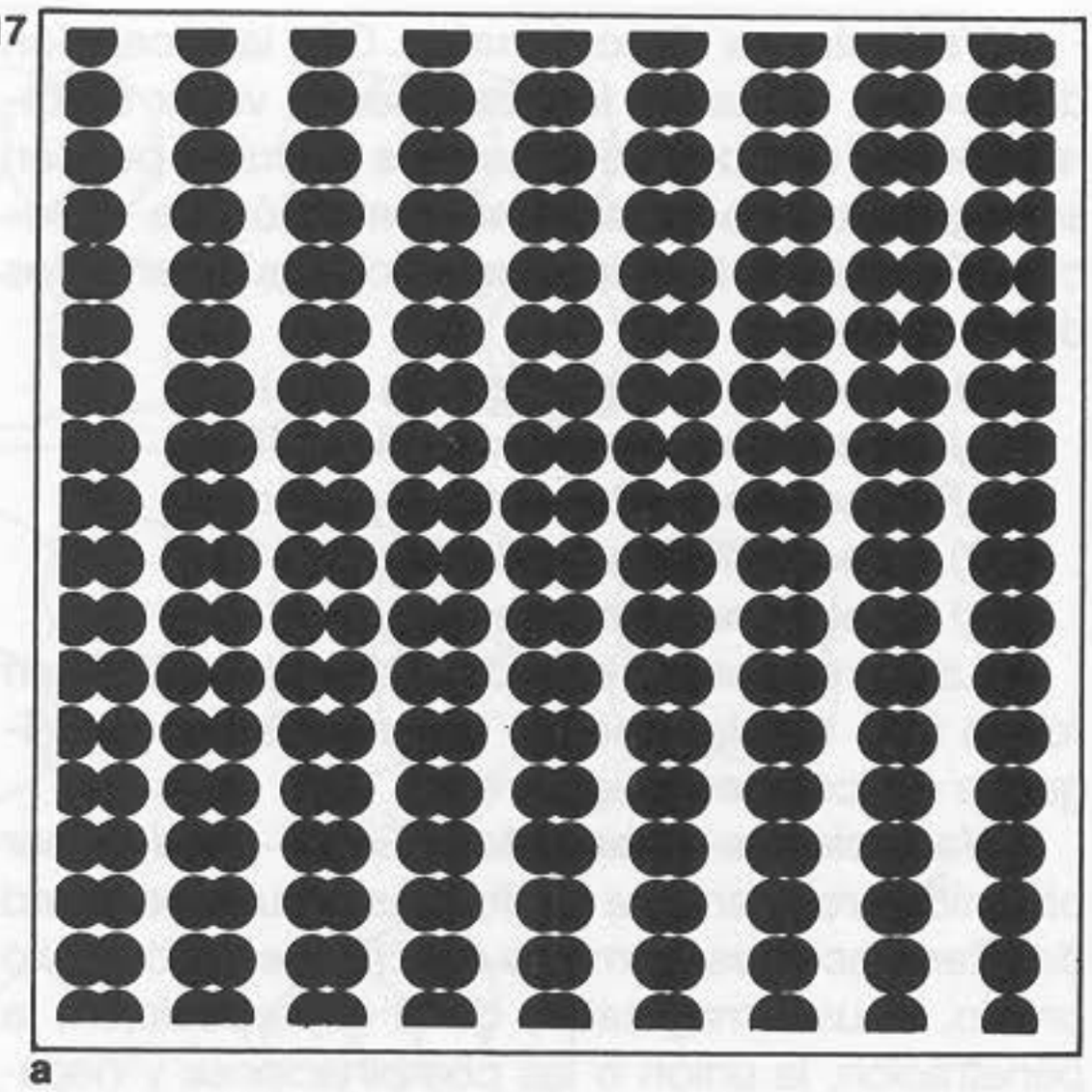
Las figuras 18a, b, c, d, e, f, g y h representan los resultados de un problema más complejo: se pidió a los estudiantes que utilizaran de dos a cuatro módulos (círculos) de igual forma y tamaño, para construir un supermódulo, que luego es repetido cuatro veces para hacer un diseño. Aquí hay dos niveles de ideas. Primero, los módulos no son usados directamente para crear el diseño sino que son agrupados para convertirse en supermódulos. Segundo, los supermódulos son utilizados para el diseño final. La cantidad de círculos a utilizar en este problema no debía ser menor de ocho ni mayor de dieciséis.

Los resultados del primer problema parecen ser más agradables porque hay menos restricciones; por otra parte, cuando intentaron el ejercicio, los estudiantes no eran totalmente ajenos a algunas de las estructuras luego tratadas en este libro.

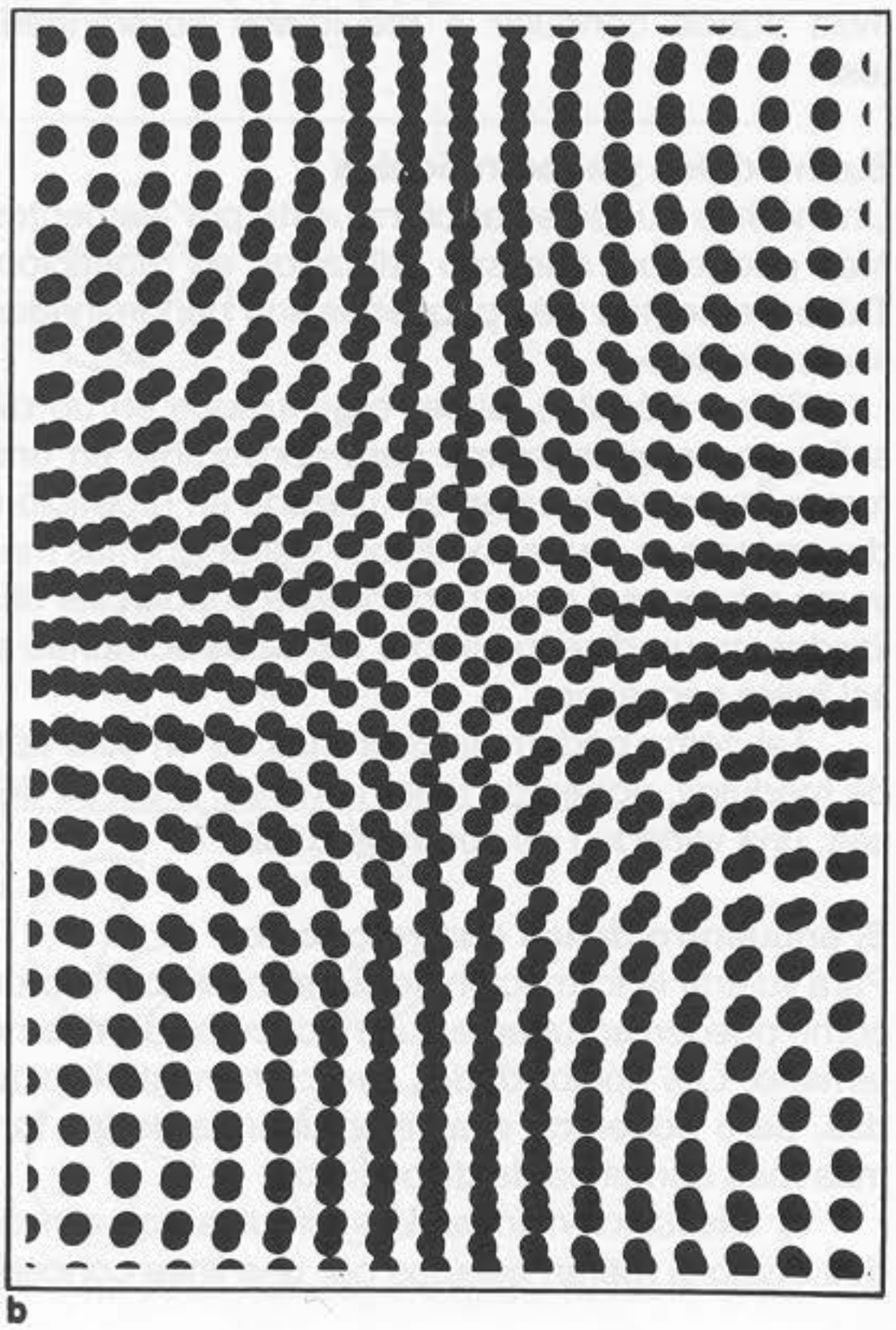
El segundo problema es más difícil. Sin embargo, los resultados demuestran esfuerzos especiales en la exploración de las diversas interrelaciones de formas.

Es interesante comparar los resultados de cada problema y ver cuánto puede hacer uno con la repetición de un círculo en blanco y negro. Me gustaría subrayar aquí que todos los ejercicios ilustrados en este libro fueron realizados en blanco y negro, sin tonos grises intermedios. Esto puede imponer una gran limitación, pero puede ayudar al principiante a conseguir una debida comprensión de las relaciones entre blanco y negro, que son tan esenciales en todos los trabajos de diseño que requieran la tecnología de la impresión.

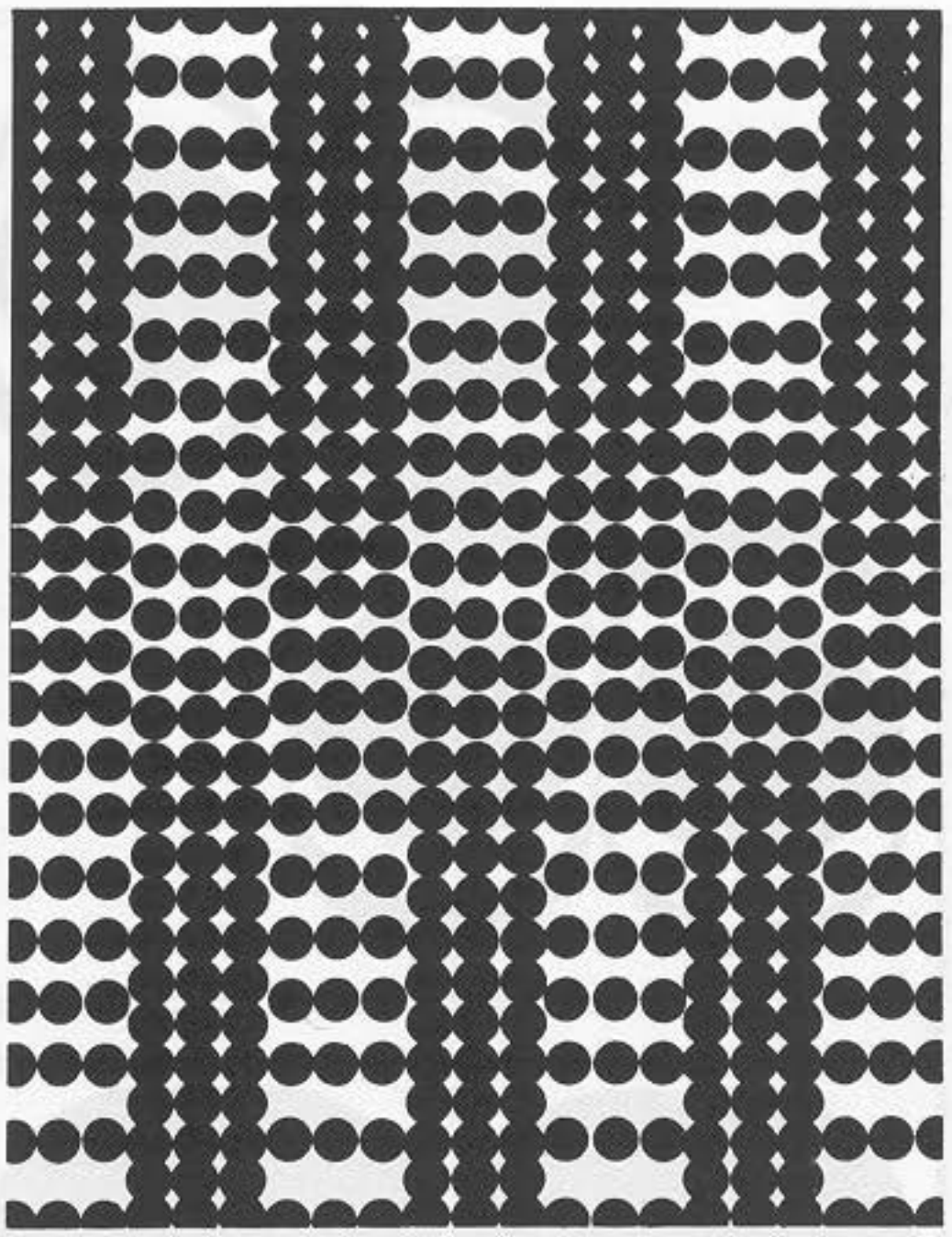
17



a

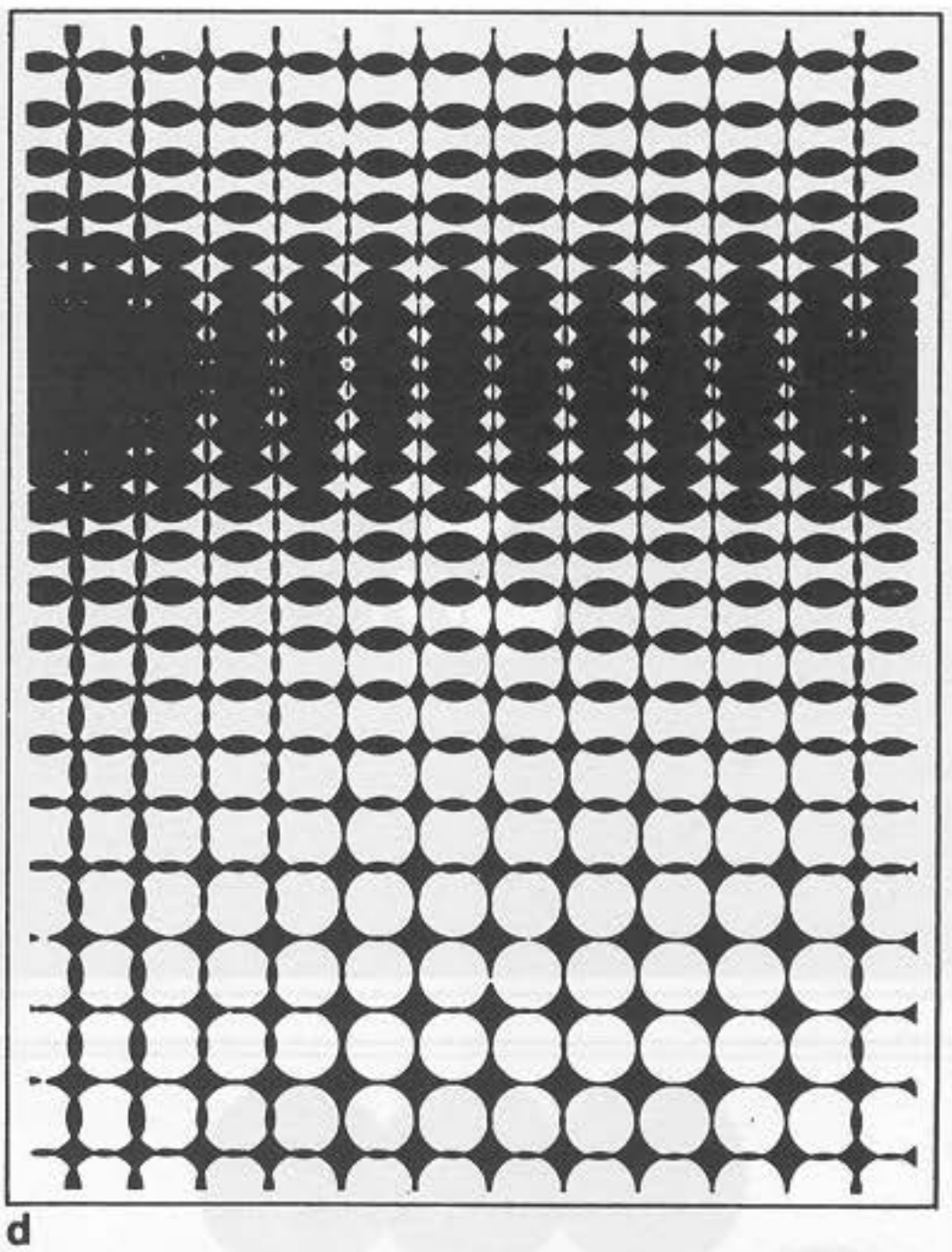


b

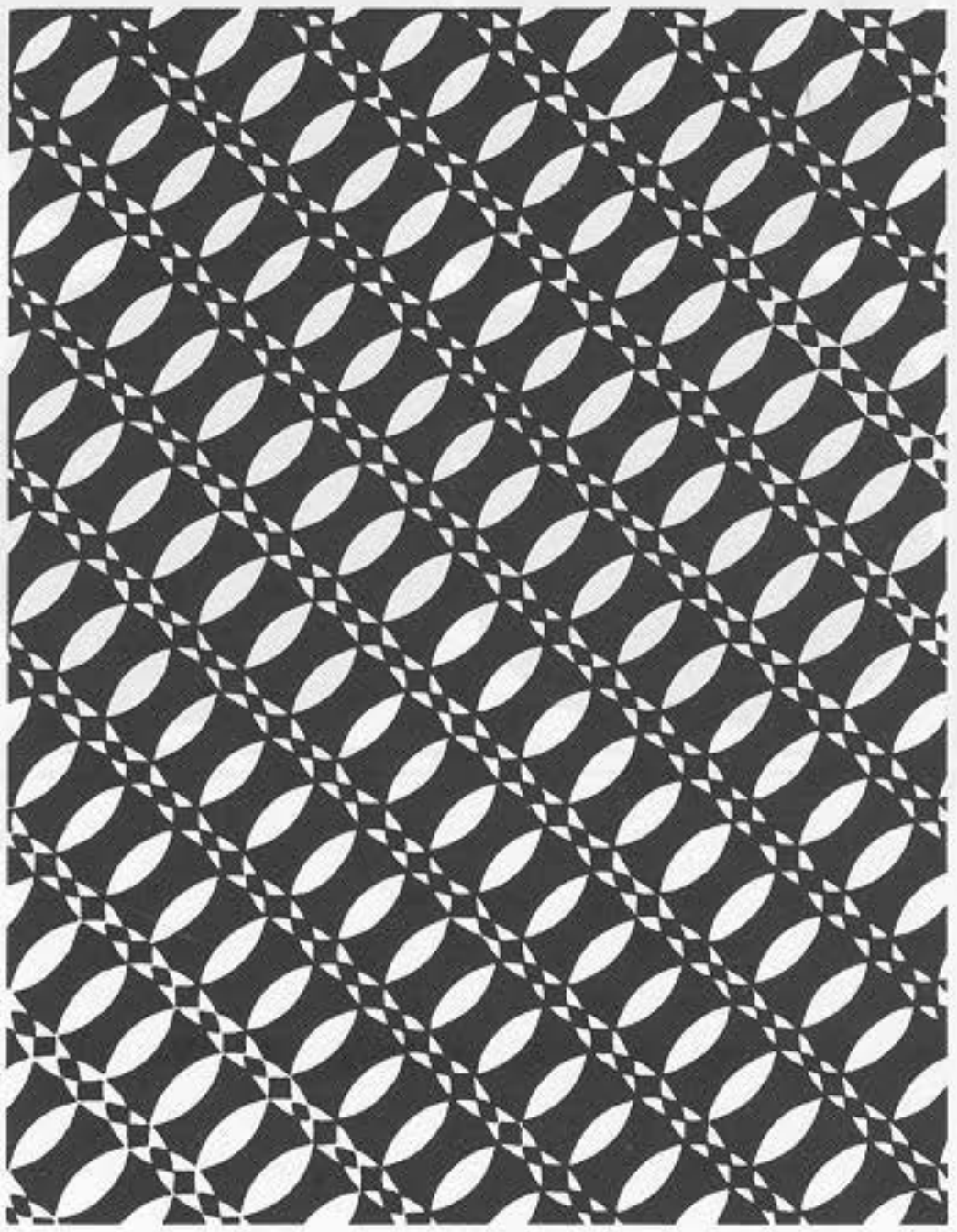


c

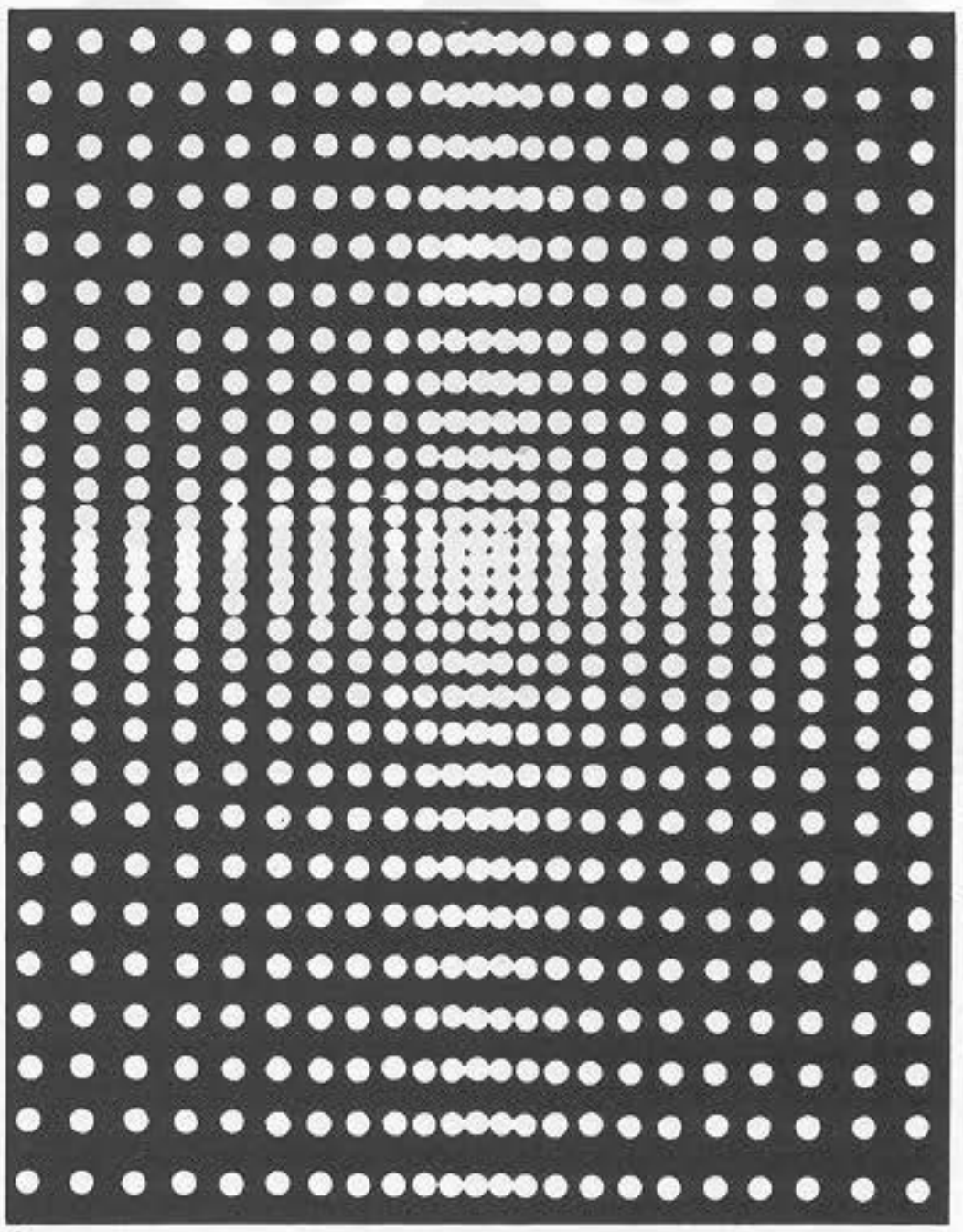
17



d

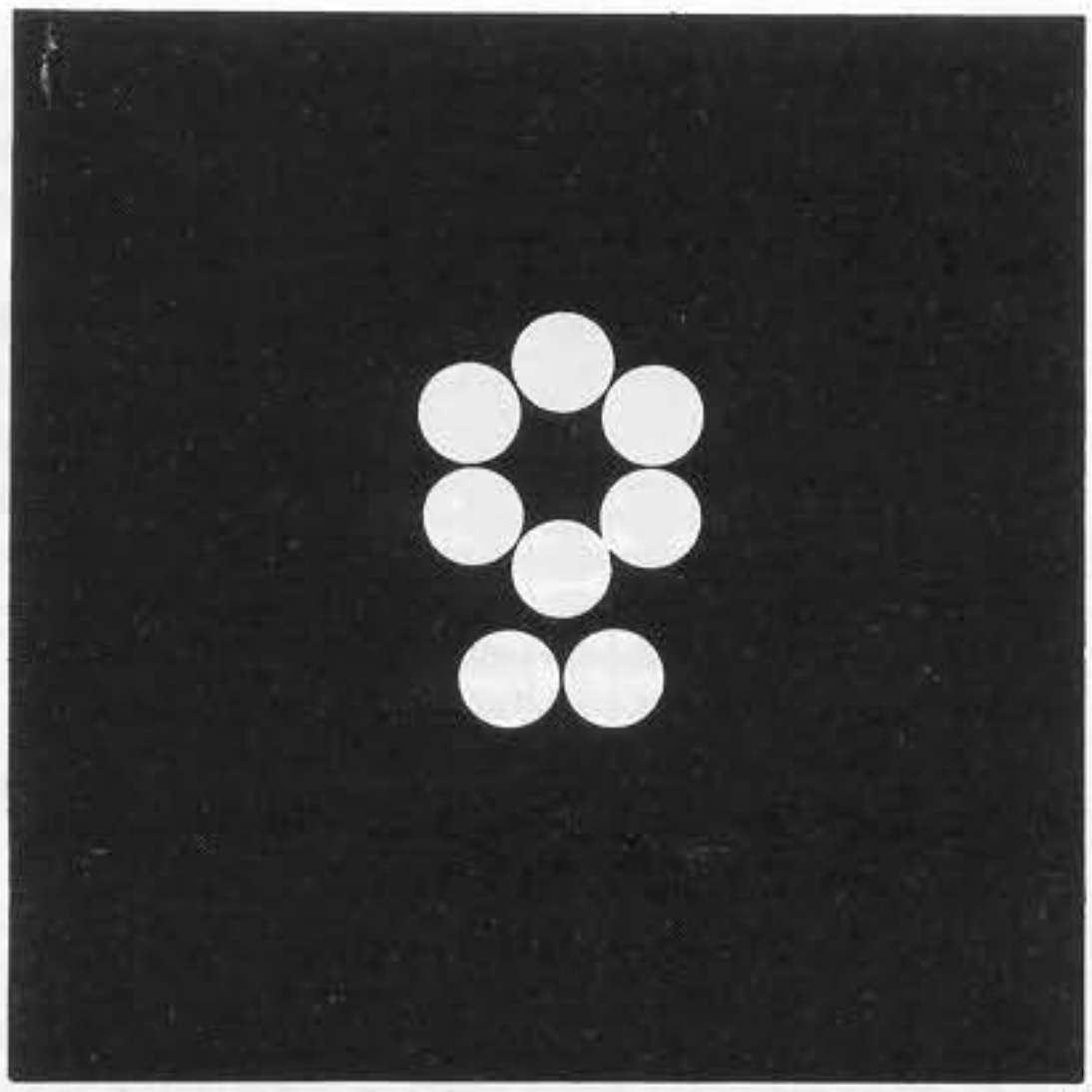


e

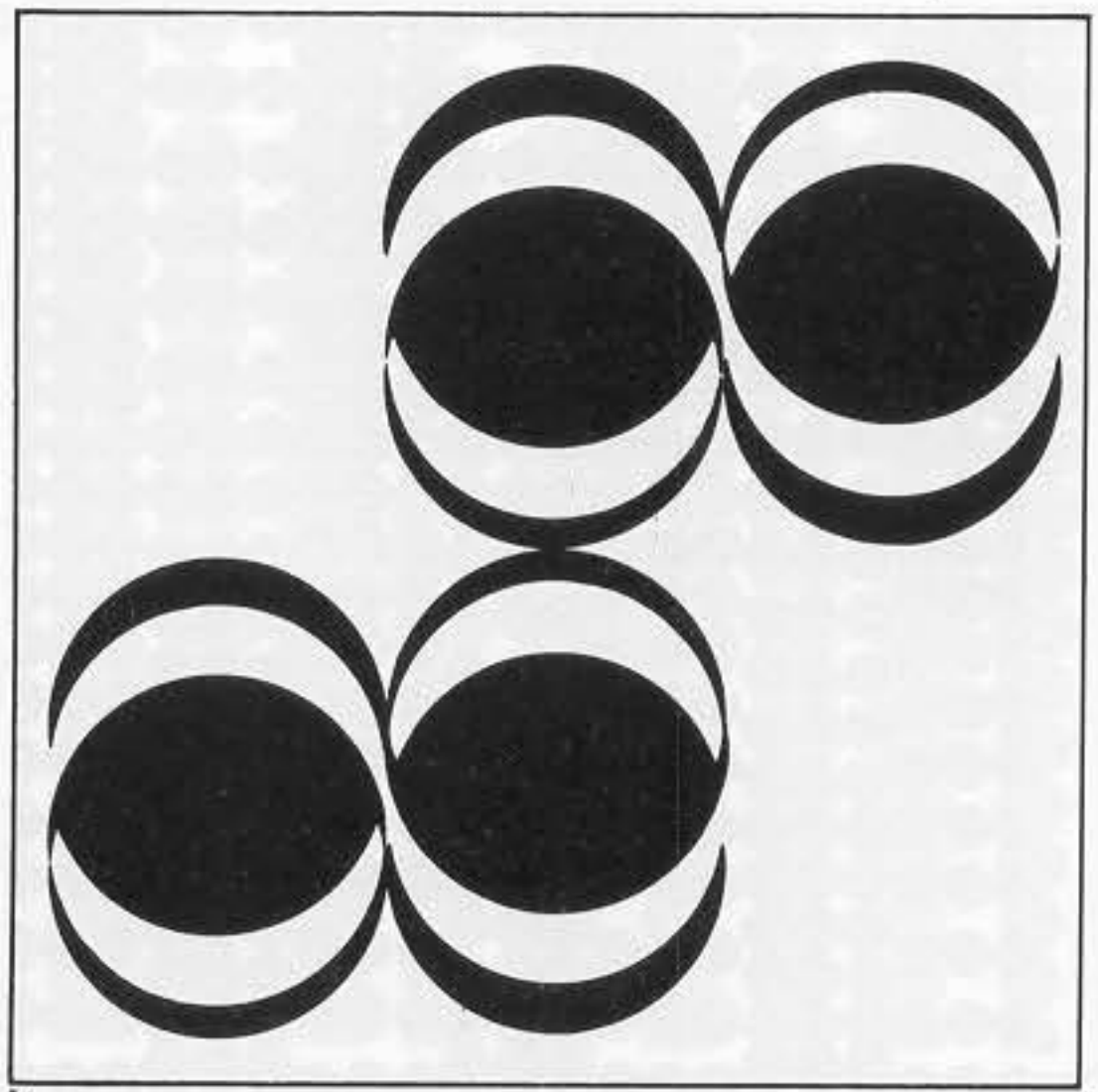


f

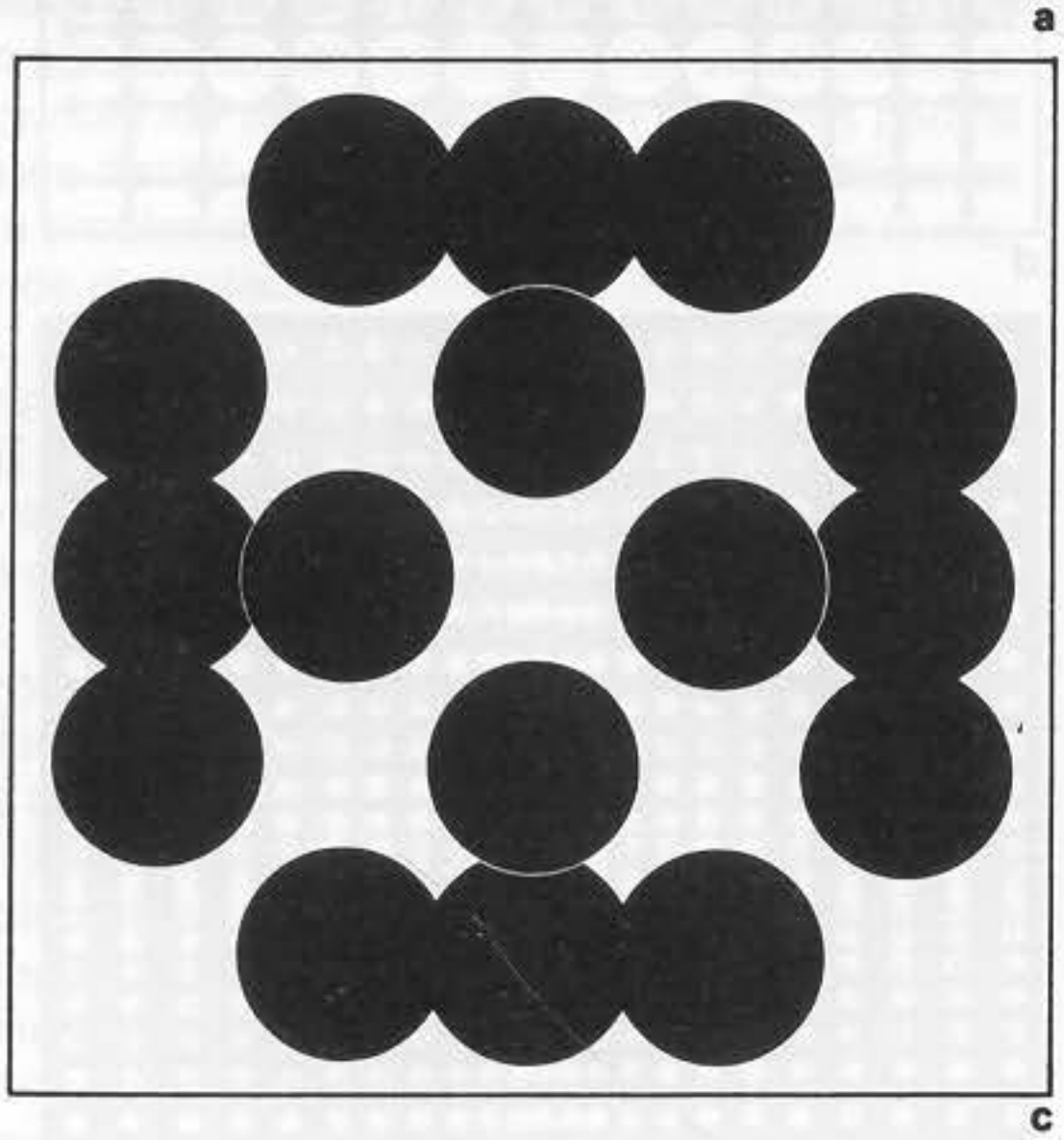
18



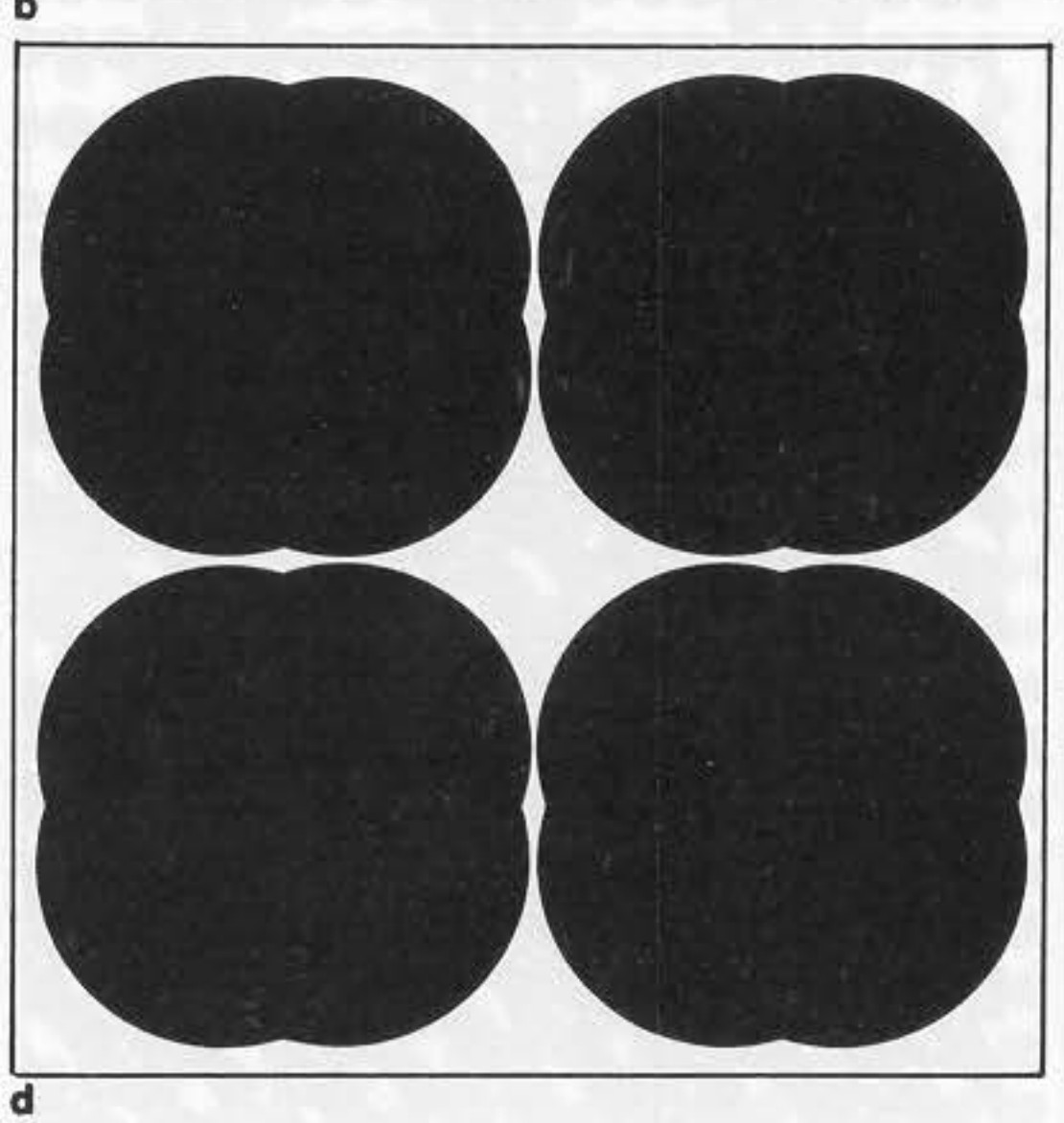
a



b

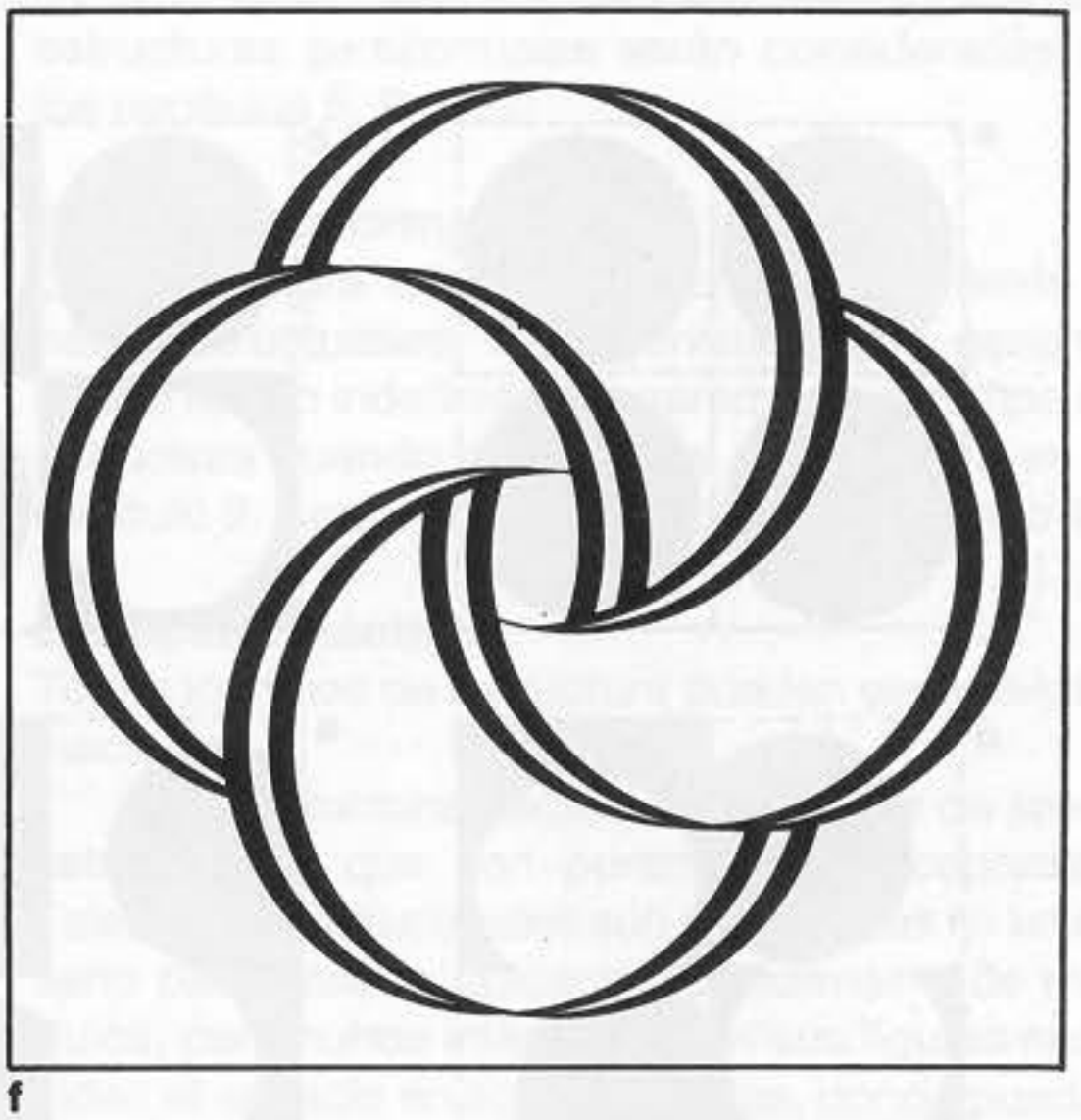


c

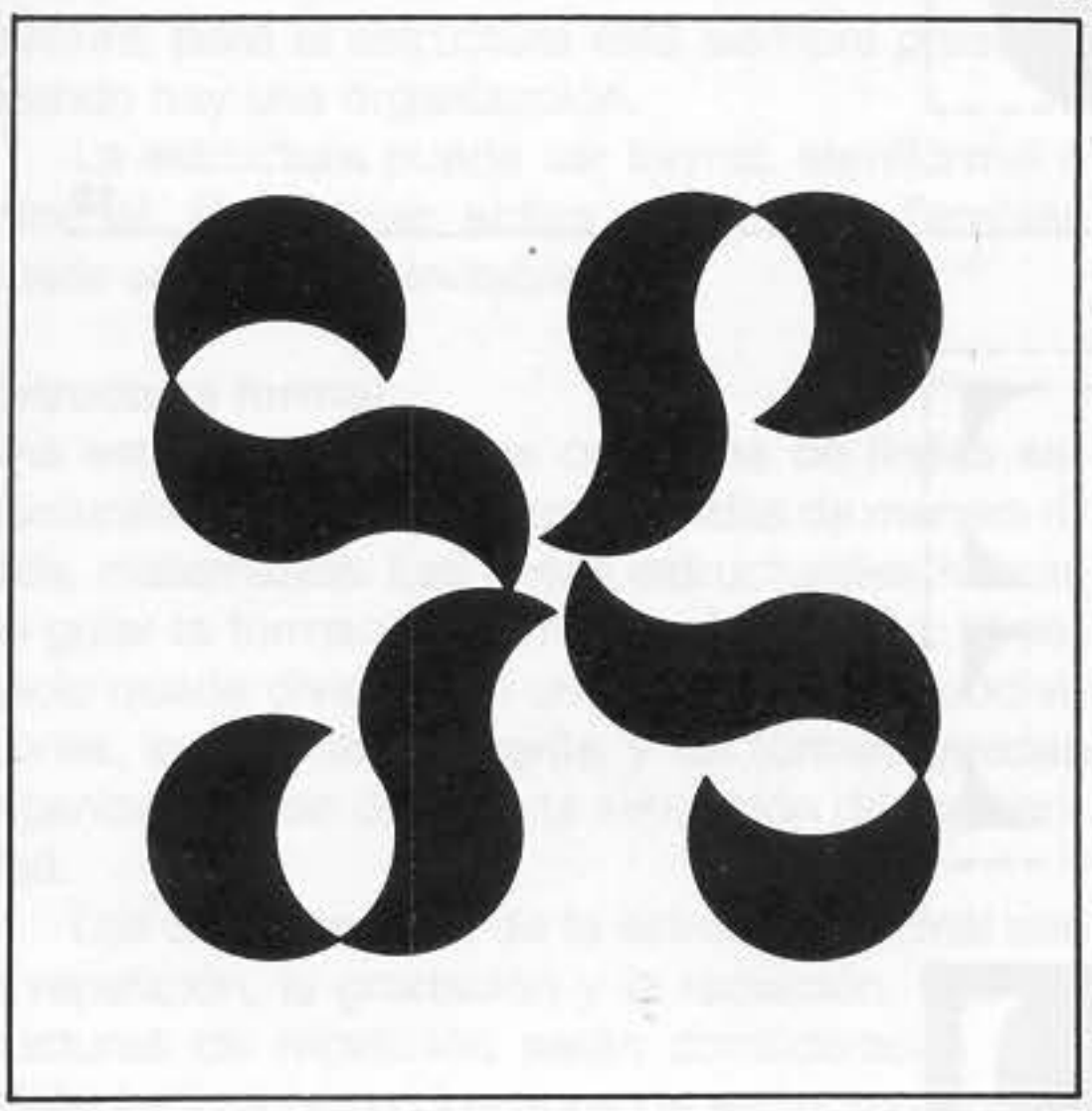


d

e

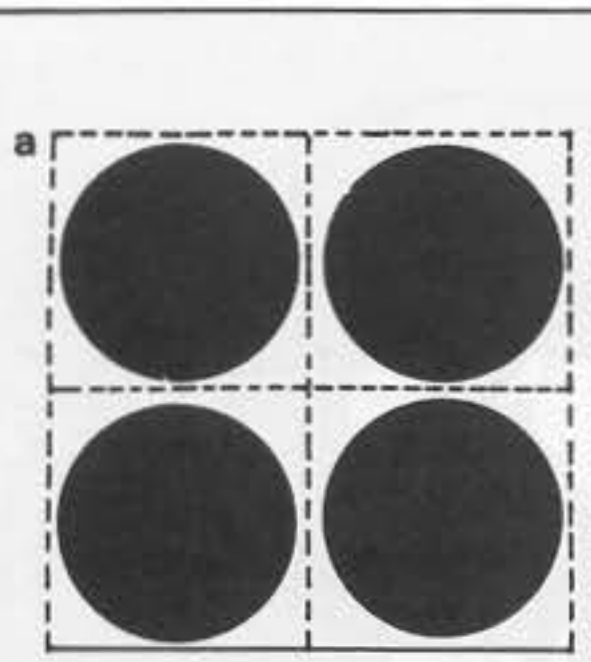


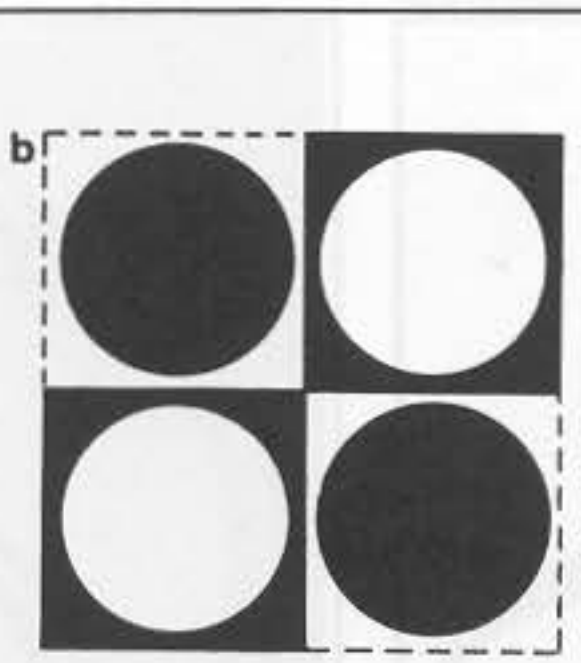
f

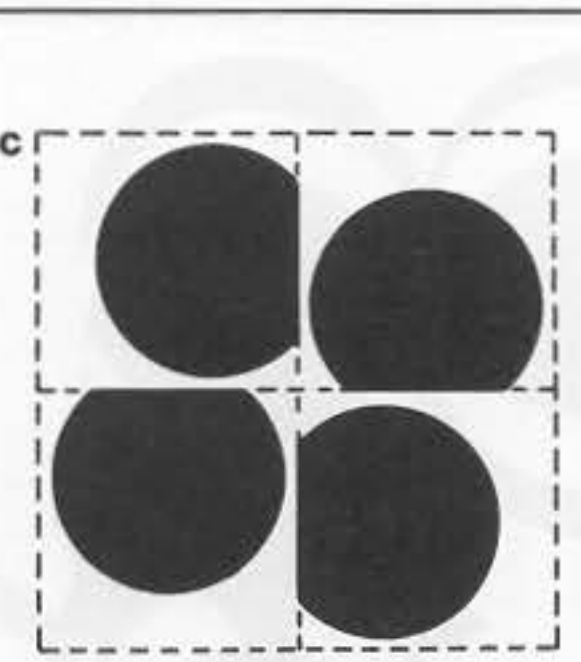


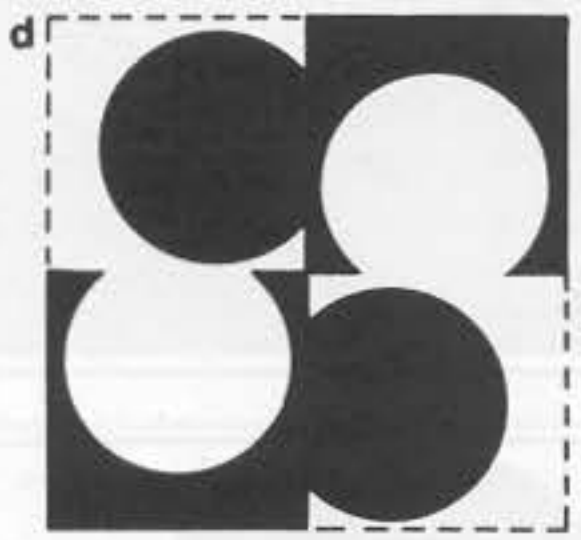
g

h

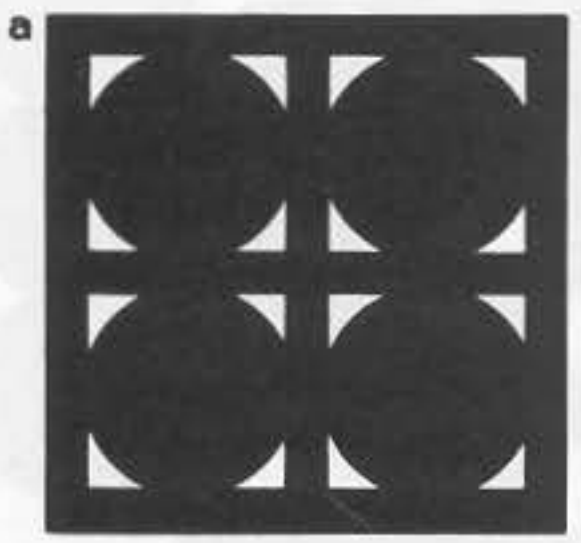


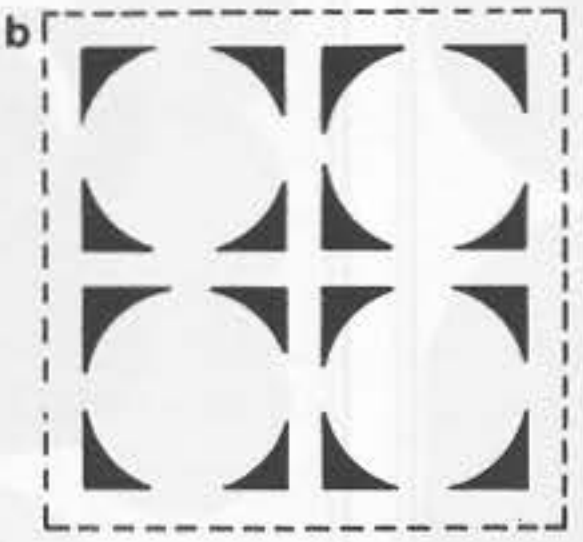


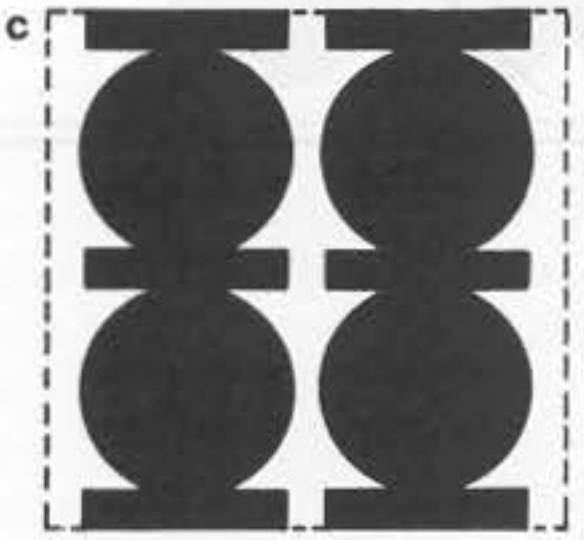


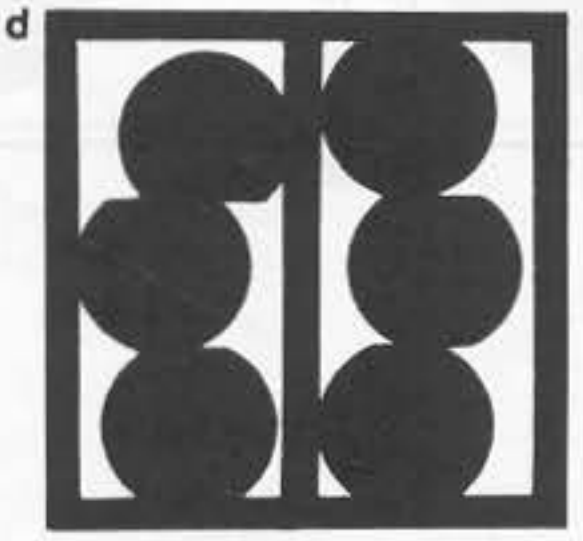


19









20

4. Estructura

Casi todos los diseños tienen una estructura. La estructura debe gobernar la posición de las formas en un diseño. ¿Por qué un grupo de módulos aparece dispuesto en fila, equidistantes uno del otro? ¿Por qué otro grupo de módulos sugiere un dibujo circular? La estructura es la disciplina que subyace bajo tales disposiciones.

La estructura, por regla general, impone un orden y predetermina las relaciones internas de las formas en un diseño. Podemos haber creado un diseño sin haber pensado conscientemente en la estructura, pero la estructura está siempre presente cuando hay una organización.

La estructura puede ser formal, semiformal o informal. Puede ser activa o inactiva. También puede ser visible o invisible.

Estructura formal

Una estructura formal se compone de líneas estructurales que aparecen construidas de manera rígida, matemática. Las líneas estructurales habrán de guiar la formación completa del diseño. El espacio queda dividido en una cantidad de subdivisiones, igual o rítmicamente, y las formas quedan organizadas con una fuerte sensación de regularidad.

Los diversos tipos de la estructura formal son la repetición, la gradación y la radiación. Las estructuras de repetición serán consideradas más adelante. Los otros dos tipos de estructura formal serán tratados en los capítulos 6 y 7.

Estructura semiformal

Una estructura semiformal es habitualmente bastante regular, pero existe la ligera irregularidad. Puede componerse o no de líneas estructurales que determinan la disposición de los módulos. Las estructuras semiformales serán consideradas en los capítulos 5, 8 y 10.

Estructura informal

Una estructura informal no tiene normalmente líneas estructurales. La organización es generalmente libre o indefinida. Llegaremos a este tipo de estructura cuando discutamos el contraste en el capítulo 9. Será también aludido en el capítulo 10.

Estructura inactiva

Todos los tipos de estructura pueden ser activos o inactivos.

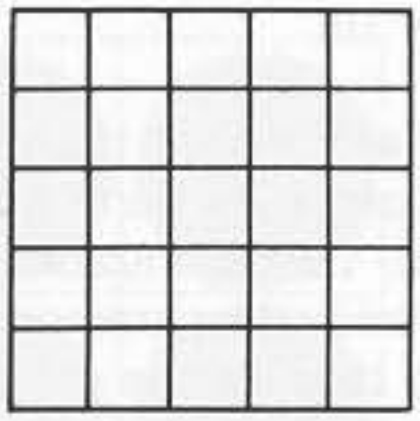
Una estructura inactiva se compone de líneas estructurales que son puramente conceptuales. Tales líneas estructurales son construidas en un diseño para guiar la ubicación de formas o de módulos, pero nunca interfieren con sus figuras ni dividen el espacio en zonas distintas, donde puedan ser introducidas las variaciones de color (fig. 19a).

Estructura activa

Una estructura activa se compone de líneas estructurales que son asimismo conceptuales. Sin embargo, las líneas estructurales activas pueden dividir el espacio en subdivisiones individuales, que interactúan de varias maneras con los módulos que contienen:

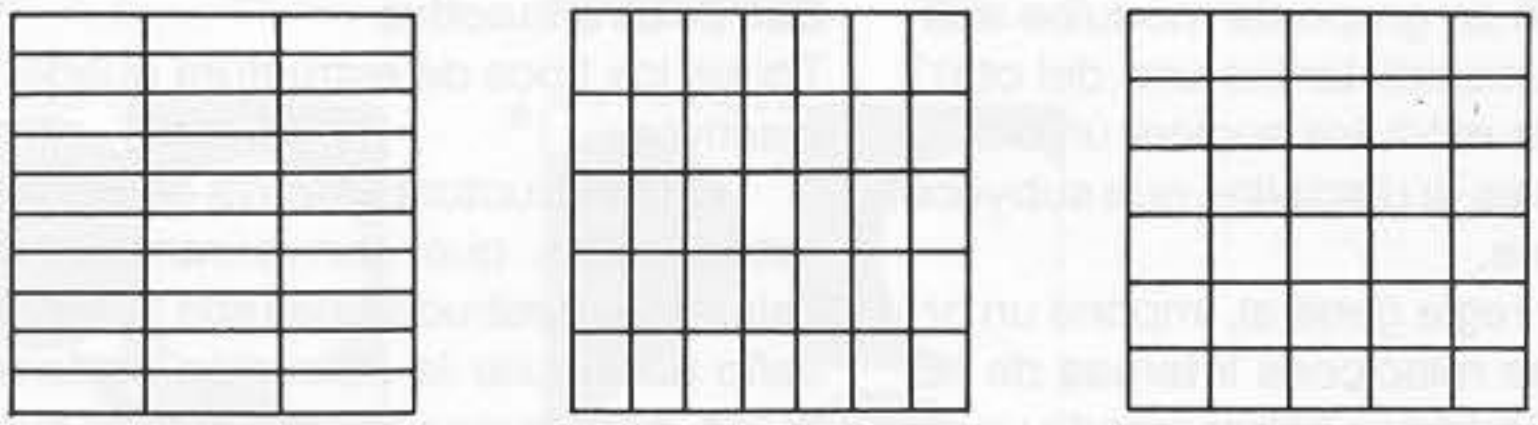
a) Las subdivisiones estructurales aportan una completa independencia espacial para los módulos. Cada módulo existe aislado, como si tuviera su propia y pequeña referencia a un marco. Puede tener un fondo de color diferente al de sus módulos vecinos. Se pueden introducir eficazmente juegos alternados, sistemáticos o azarosos de formas positivas y negativas (fig. 19b).

b) Dentro de la subdivisión estructural, cada módulo puede ser trasladado para asumir posiciones excéntricas. Puede incluso deslizarse más allá de la zona definida por la subdivisión estructural. Cuando esto ocurre, puede cortarse la porción del módulo que quede fuera de los límites, tal como éstos quedan claramente marcados por las líneas estructurales activas. De esta manera queda afectada la figura del módulo (fig. 19c).

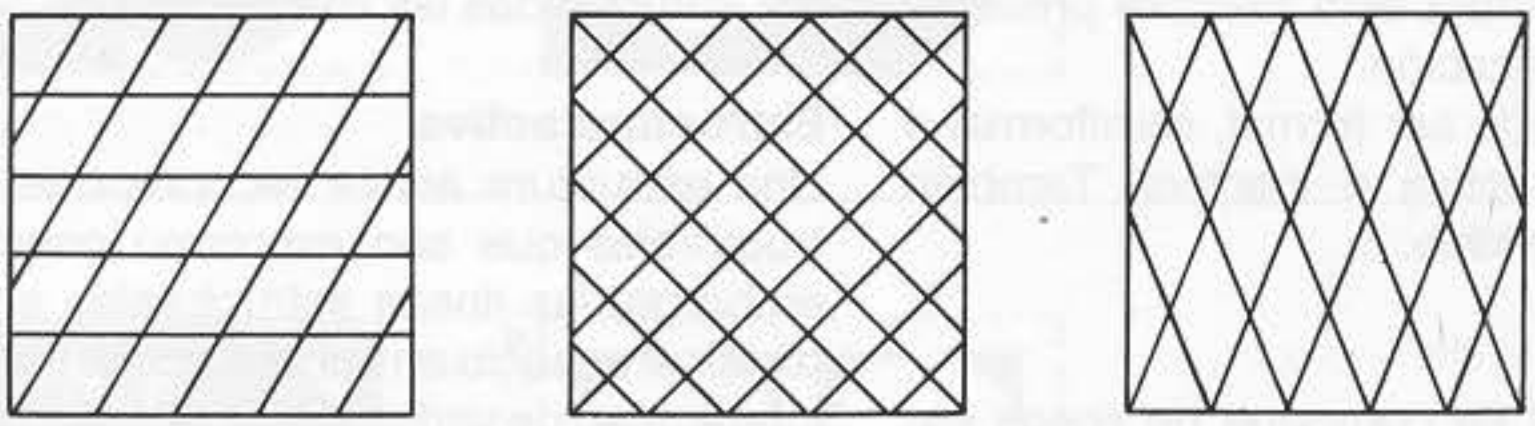


21

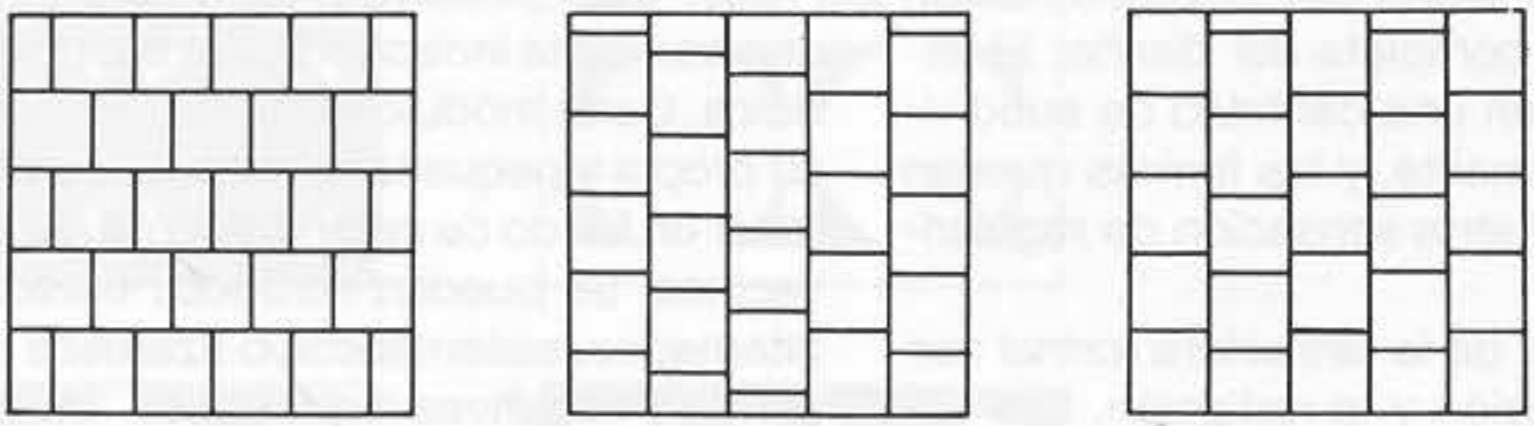
a



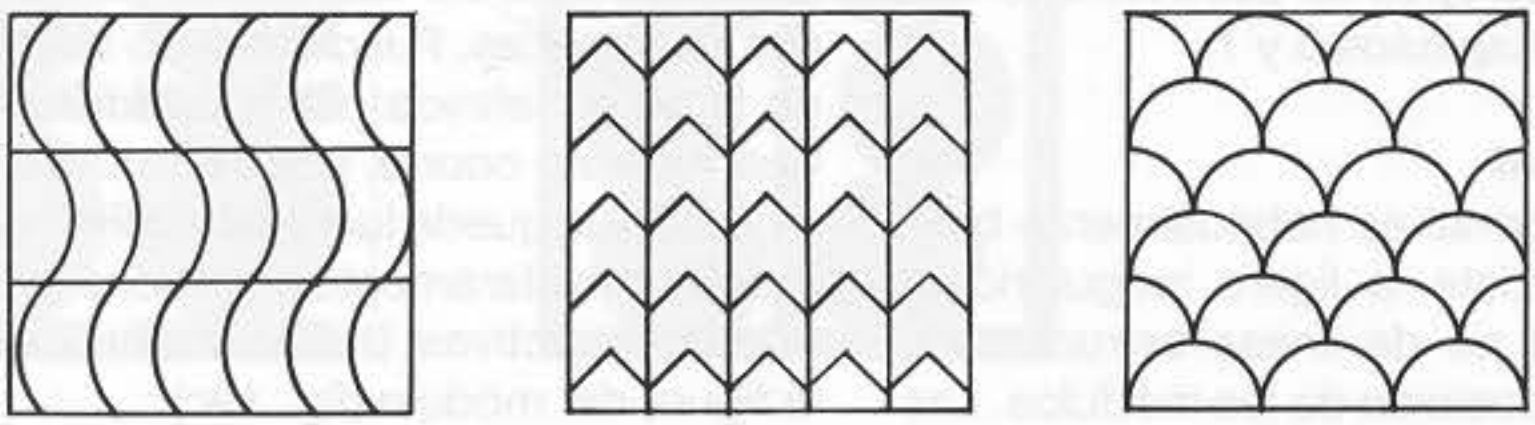
b



c



d



22

c) Cuando el módulo penetra en el dominio de una subdivisión estructural adyacente, puede considerarse esta situación como el encuentro de dos formas (el módulo y su adyacente subdivisión estructural) y puede procederse como se desee a la penetración, la unión, la sustracción o la intersección (fig. 19d).

d) El espacio aislado por un módulo en una subdivisión estructural puede ser reunido con cualquier módulo o subdivisión estructural vecina (fig. 19e).

Estructura invisible

En la mayoría de los casos, las estructuras son invisibles, sean formales, semiformales, informales, activas o inactivas. En las estructuras invisibles, las líneas estructurales son conceptuales, incluso si cercenan un fragmento de un módulo. Tales líneas son activas, pero no son líneas visibles, de un grosor mensurable.

Estructura visible

A veces un diseñador puede preferir una estructura visible. Esto significa que las líneas estructurales existen como líneas reales y visibles, de un grosor deseado. Tales líneas deben ser tratadas como una clase especial de módulo, ya que poseen todos los elementos visibles y pueden interactuar con los módulos y con el espacio contenido por cada una de las subdivisiones estructurales (fig. 20a).

Las líneas estructurales visibles pueden ser positivas o negativas. Si son negativas, quedan unidas con el espacio negativo o con módulos negativos, y pueden atravesar un espacio positivo o módulos positivos. Las líneas estructurales negativas son consideradas como visibles, ya que tienen un grosor definido que puede ser visto y medido (fig. 20b).

Las líneas estructurales visibles positivas y negativas pueden ser combinadas en un diseño. Por ejemplo, todas las líneas estructurales horizontales pueden ser positivas, y todas las verticales pueden ser negativas (fig. 20c).

Las líneas estructurales visibles e invisibles pueden ser utilizadas conjuntamente. Esto supone que podemos hacer visibles solamente las verticales o las horizontales. O pueden usarse alternada o sistemáticamente las líneas estructurales visibles e invisibles, para que las líneas estructurales visibles señalen las divisiones, cada una de las cuales contiene en realidad más de una subdivisión estructural regular (fig. 20d).

Estructura de repetición

Cuando los módulos son colocados regularmente, con un espacio igual alrededor de cada uno, puede decirse que están en una «estructura de repetición».

Esta estructura de repetición es formal, y puede ser activa o inactiva, visible o invisible. En este tipo de estructura, toda la superficie del diseño (o una parte elegida en ella) queda dividida en subdivisiones estructurales de exactamente la misma forma y mismo tamaño, sin intervalos espaciales desparejos entre ellos.

La estructura de repetición es la más simple de todas las estructuras. Es particularmente útil para la construcción de dibujos que cubran superficies grandes.

La retícula básica

La retícula básica es la que se usa con más frecuencia en las estructuras de repetición. Se compone de líneas verticales y horizontales, parejamente espaciadas, que se cruzan entre sí, lo que resulta en una cantidad de subdivisiones cuadradas de igual medida (fig. 21).

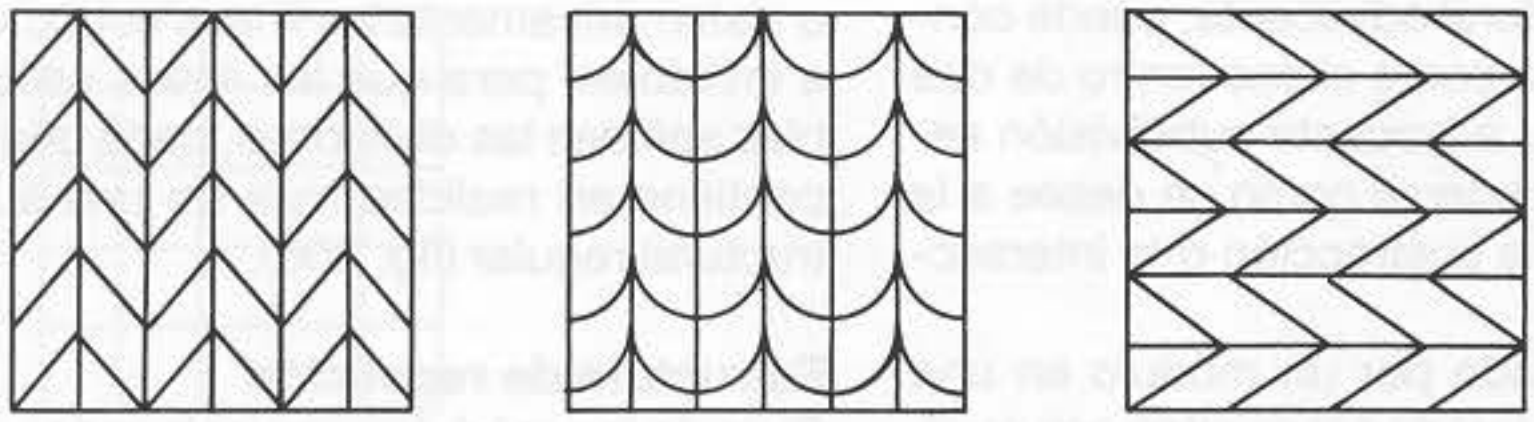
La retícula básica aporta a cada módulo una misma cantidad de espacio, arriba, abajo, a la izquierda y a la derecha. Excepto por la dirección generada por los mismos módulos, las direcciones verticales y horizontales quedan equilibradas, sin un dominio obvio de una dirección sobre la otra.

Variaciones de la retícula básica

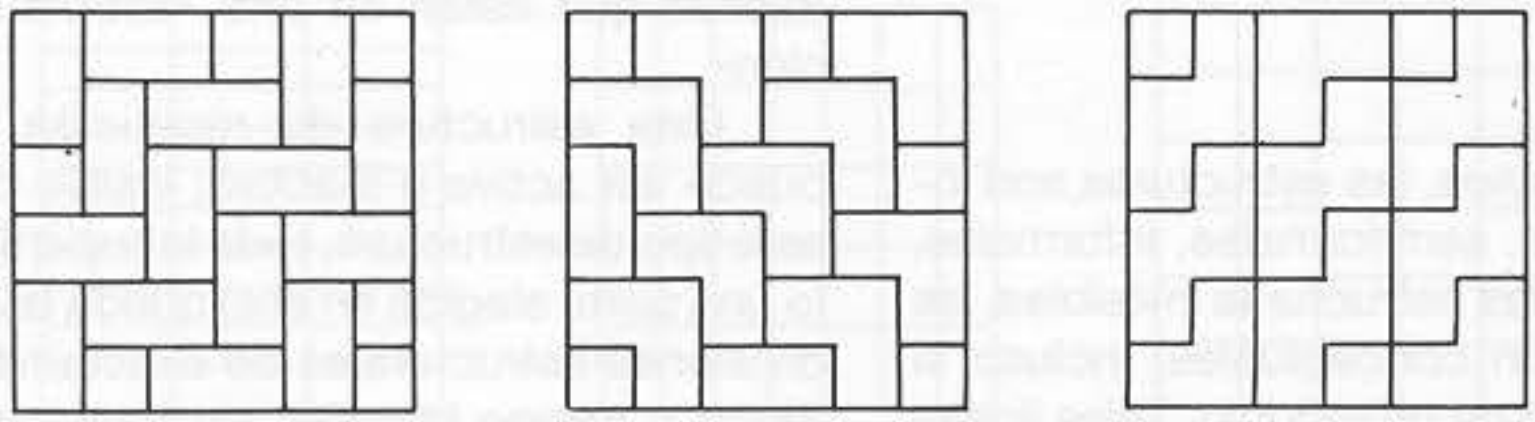
Existen muchos otros tipos de estructuras de repetición, habitualmente derivadas de la retícula básica. Tales variaciones de la retícula básica pueden ser:

a) Cambio de proporción. Las subdivisiones cuadradas de la retícula básica pueden ser sustituidas por rectangulares. El equilibrio de las direc-

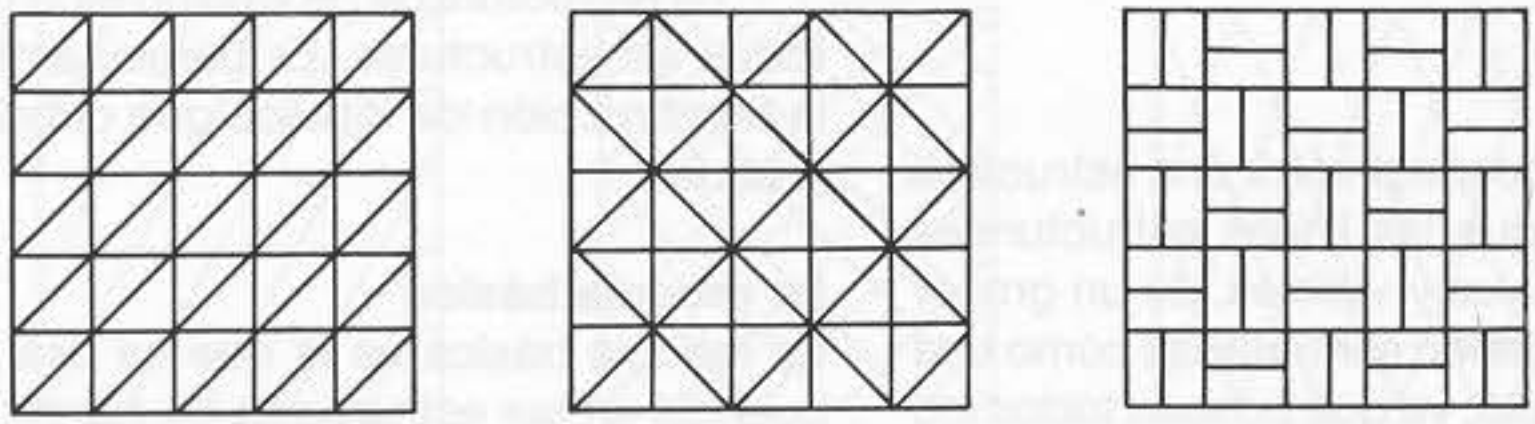
e



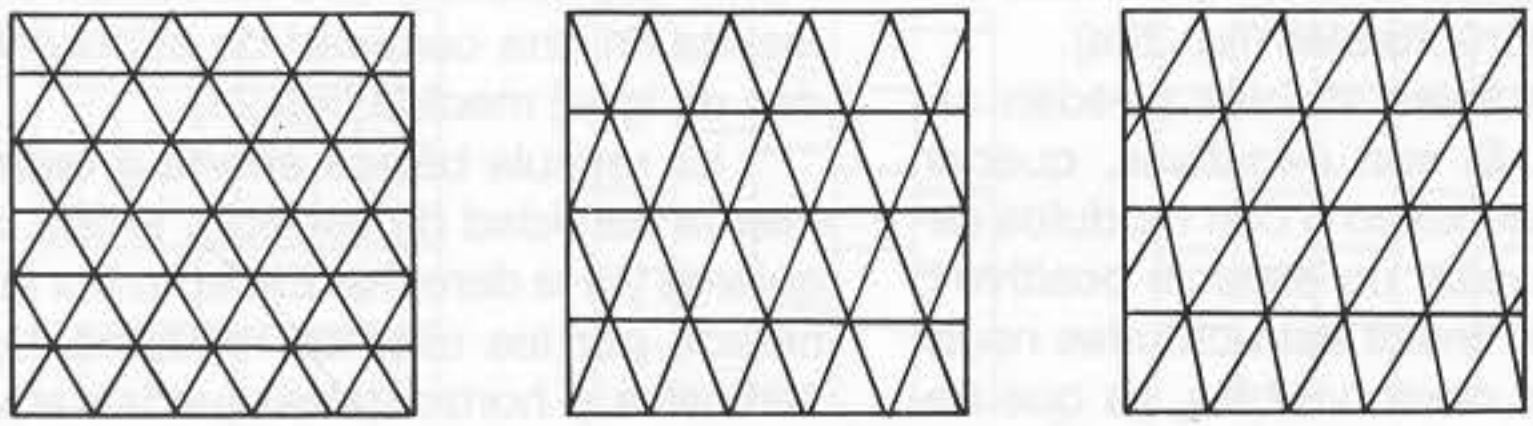
f



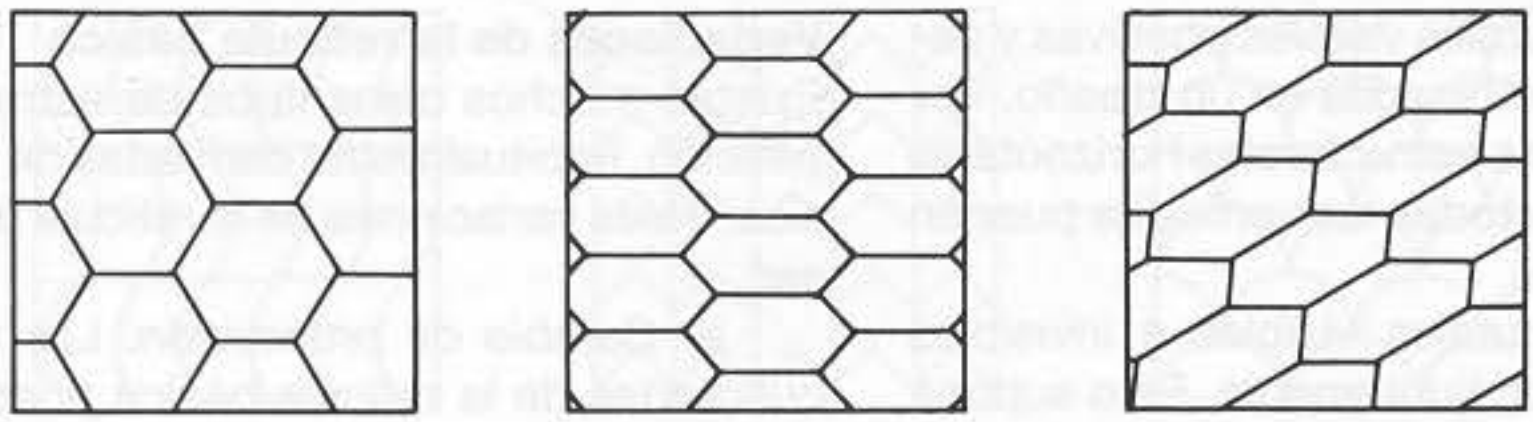
g



h



i



ciones verticales y horizontales queda así transformado, y una dirección consigue un mayor énfasis (fig. 22a).

b) Cambio de dirección. Todas las líneas verticales u horizontales, o ambas, pueden ser inclinadas hasta cualquier ángulo. Tal modificación sobre la inicial estabilidad vertical-horizontal puede provocar una sensación de movimiento (fig. 22b).

c) Deslizamiento. Cada fila de subdivisiones estructurales puede ser deslizada en una u otra dirección, regular o irregularmente. En este caso, una subdivisión puede no estar directamente encima o contigua a otra subdivisión en una fila adyacente (fig. 22c).

d) Curvatura o quebrantamiento. Todo el conjunto de líneas verticales u horizontales, o ambas, puede ser curvado o quebrado en forma regular, lo que deriva a subdivisiones estructurales que continúan siendo de la misma forma y el mismo tamaño (fig. 22d).

e) Reflexión. Una fila de subdivisiones estructurales, como en los casos *b)* y *d)* (y supuesto que los bordes exteriores de cada fila sean aún rectos y paralelos entre sí), puede ser reflejada y repetida, en forma alternada o regular (fig. 22e).

f) Combinación. Las subdivisiones estructurales en una estructura de repetición pueden ser combinadas para integrar formas mayores o quizá más complejas. Las subdivisiones nuevas y mayores deben ser, desde luego, de iguales forma y tamaño, ajustando perfectamente entre sí, sin intervalos en el diseño (fig. 22f).

g) Divisiones ulteriores. Las subdivisiones estructurales en una estructura de repetición pueden ser nuevamente divididas en formas pequeñas o quizá más complejas. Las subdivisiones nuevas y más pequeñas deben ser también de igual forma y tamaño (fig. 22g).

h) La retícula triangular. La inclinación de la dirección de líneas estructurales y su nueva división en las subdivisiones que así se forman, permiten obtener un enrejado triangular. Tres direcciones equilibradas se distinguen habitualmente en tal enrejado triangular, aunque una o dos de las direcciones pueden parecer más prominentes (fig. 22h).

i) La retícula hexagonal. Combinando seis unidades espaciales adyacentes de un enrejado triangular se obtiene un enrejado hexagonal. Puede ser alargado, comprimido o distorsionado (fig. 22i).

Es necesario señalar que las estructuras inactivas (e invisibles) deben ser muy simples, ya que la forma de las subdivisiones no se ve. Las estructuras activas (tanto visibles como invisibles) pueden ser más complejas. Como la figura de las subdivisiones habrá de alterar el diseño, debe cuidarse relacionarlas con los módulos.

Estructuras de múltiple repetición

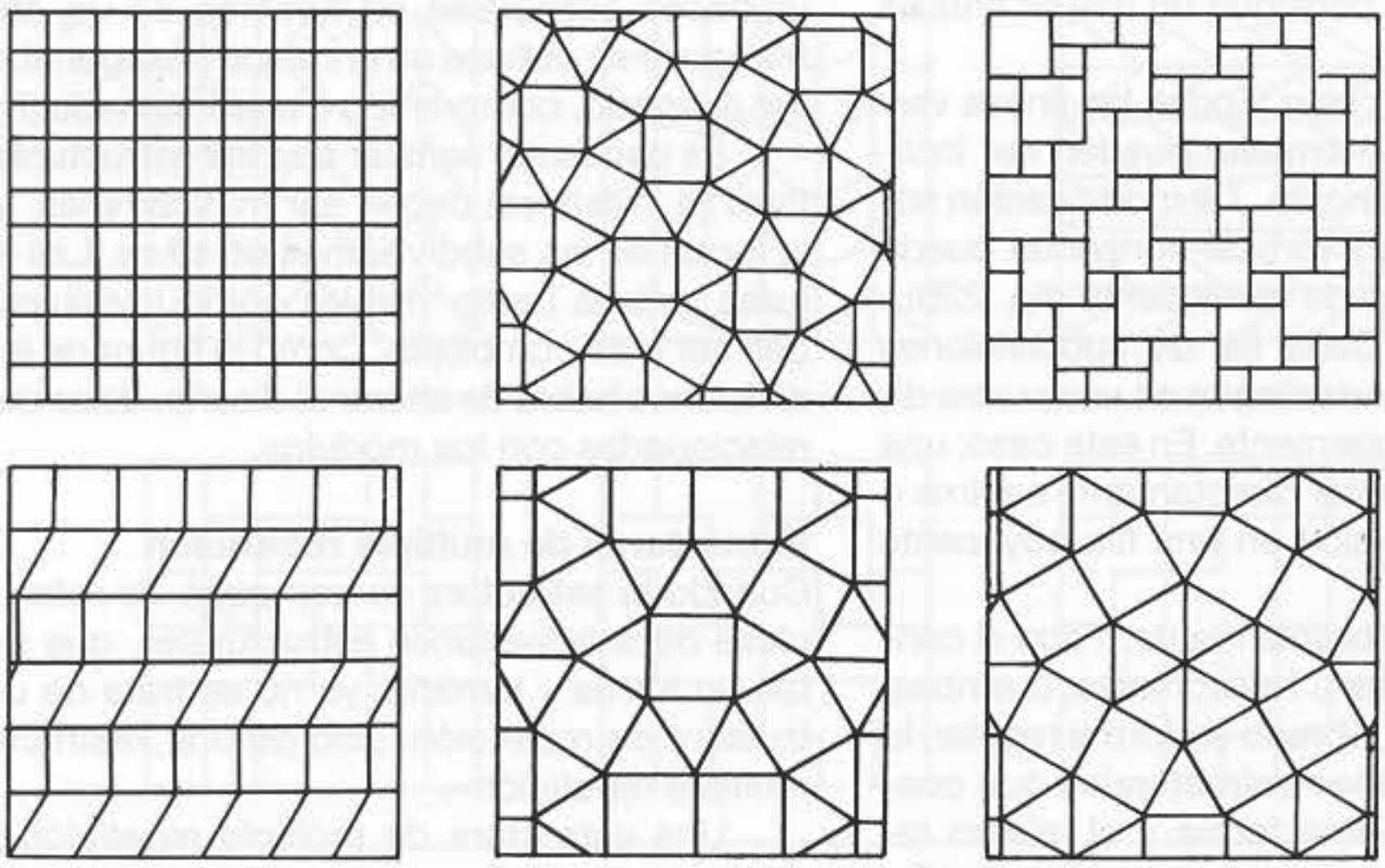
Cuando la estructura se compone de más de una clase de subdivisiones estructurales, que se repiten en forma y tamaño, ya no se trata de una estructura de repetición, sino de una «estructura de múltiple repetición».

Una estructura de múltiple repetición es todavía una estructura formal. Las diversas clases (habitualmente dos, pero pueden ser más) de subdivisiones estructurales se entretejen en un dibujo regular. Los ejemplos de este tipo de estructura son los taraceados planos, matemáticos y semirregulares, y las estructuras que se componen de formas repetidas a intervalos regulares (fig. 23).

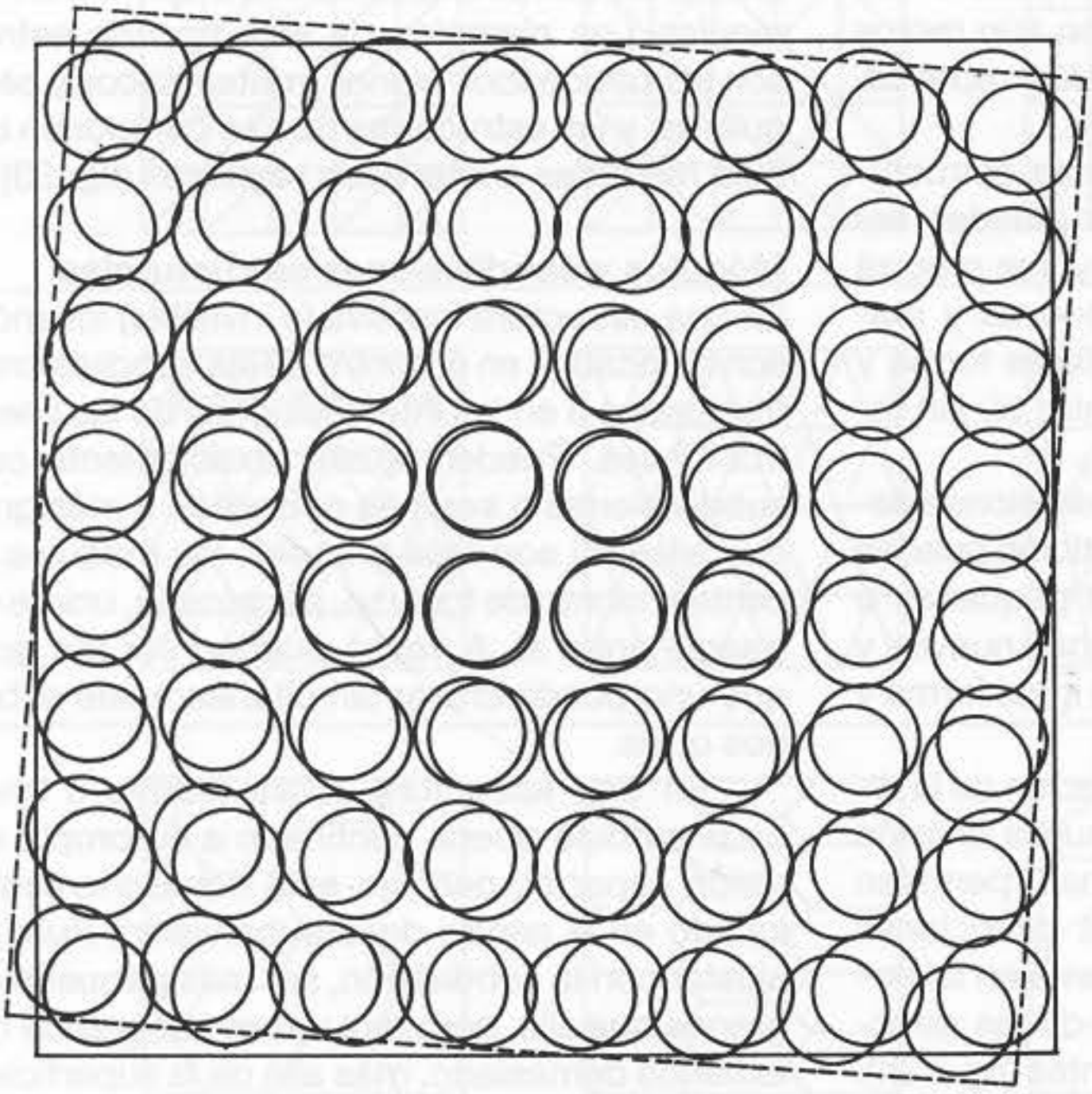
Módulos y subdivisiones estructurales

En una estructura inactiva (e invisible) los módulos son colocados en el centro de las subdivisiones estructurales o en las intersecciones de las líneas estructurales. Pueden ajustar exactamente con las subdivisiones o ser más pequeños o más grandes que ellas. Si son más grandes, los módulos adyacentes habrán de tocarse, penetrarse, unirse o sustraerse entre sí. A veces pueden ser tan grandes que uno puede cruzar simultáneamente sobre varios otros.

En una estructura activa (visible o invisible) cada módulo queda confinado a su propia subdivisión espacial, pero no está necesariamente colocado en el centro de la subdivisión. Puede sólo ajustar con la subdivisión, ser más pequeño o más grande que ella, pero rara vez es tan grande que se extienda demasiado, más allá de la superficie de la



23



24

subdivisión. Pueden ocurrir variaciones de posición y dirección.

Los supermódulos quedan relacionados de la misma manera con las subdivisiones estructurales, excepto que podemos contenerlos en supersubdivisiones estructurales, que se componen de varias subdivisiones regulares que se unen entre sí.

Repetición de posición

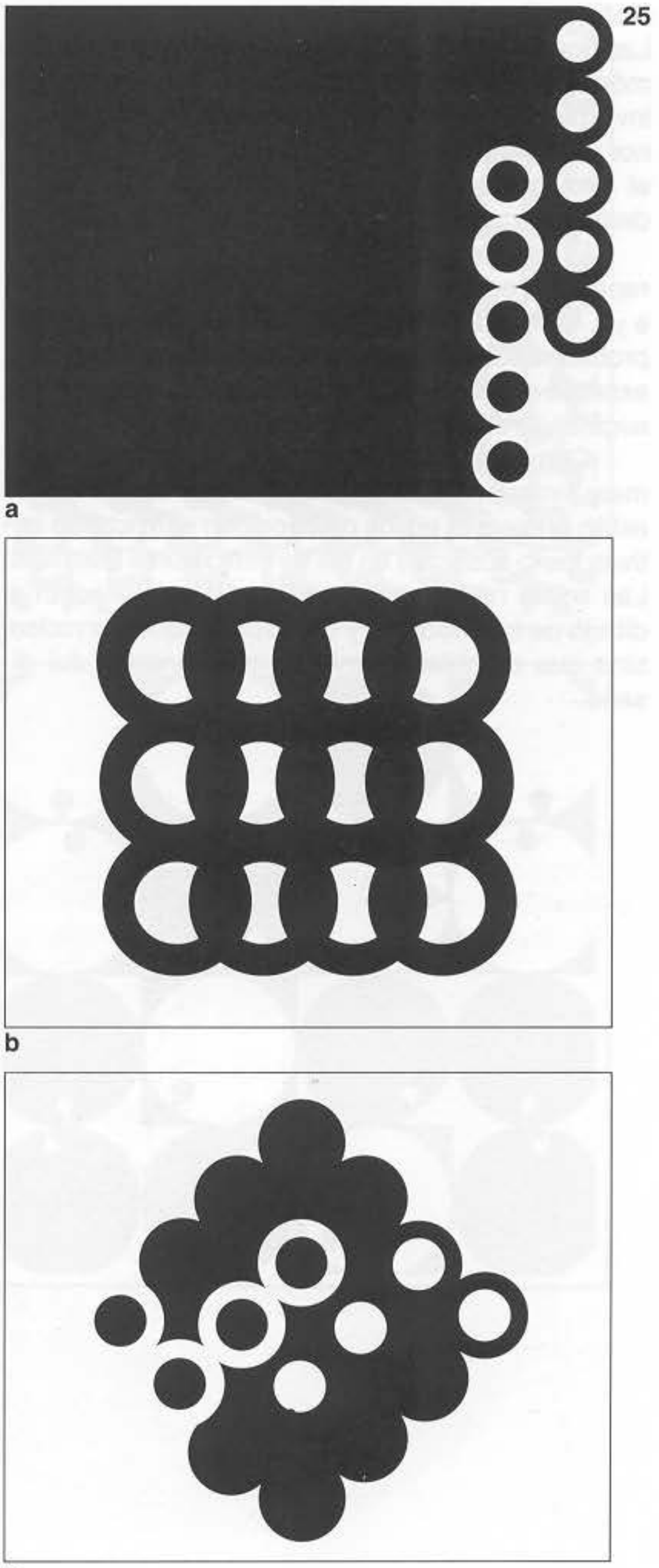
Esto ha sido mencionado en el capítulo anterior. La repetición de posición supone que todos los módulos estén colocados exactamente de la misma manera dentro de cada subdivisión.

En una estructura inactiva (e invisible) hay siempre una repetición de posición, porque si cambia la colocación de módulos dentro de cada subdivisión, puede destruirse fácilmente la regularidad de la estructura de repetición.

En una estructura activa (visible o invisible) la repetición de posición no es siempre necesaria. Las líneas estructurales activas o visibles aportan la suficiente disciplina de repetición, para que pueda explorarse plenamente la libertad de colocación de los módulos, más las variaciones de dirección.

Superposición de estructuras de repetición

Una estructura de repetición, junto con los módulos que incluye, puede ser superpuesta a otra estructura de repetición. Las dos estructuras y sus módulos pueden ser la misma o diferentes entre sí. La interacción de las dos estructuras puede producir resultados inesperados (fig. 24).



25

a

b

c

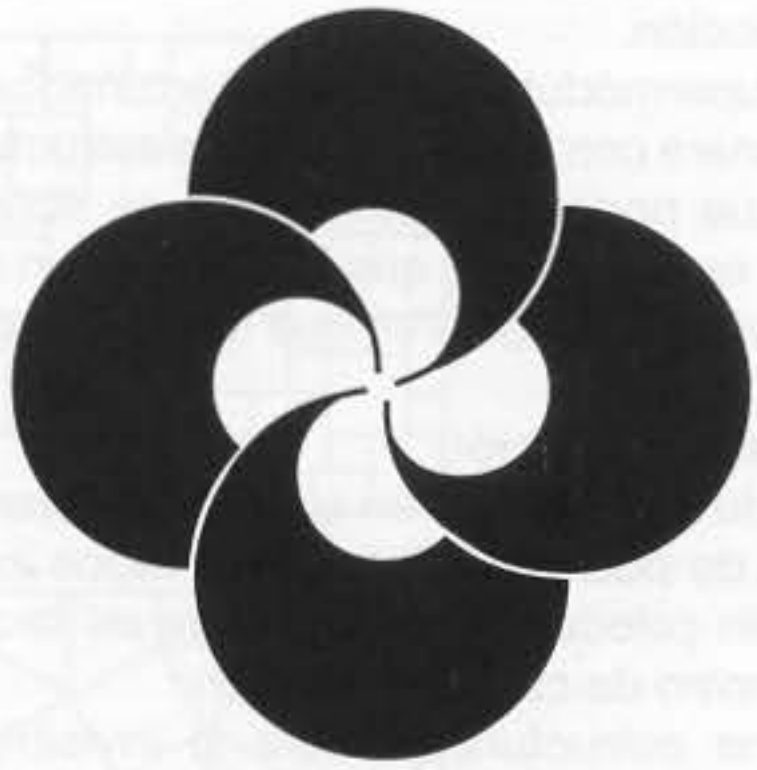
Notas sobre los ejercicios

Las figuras 25a, b, c, d, e y f ejemplifican el uso de módulos repetidos en una estructura inactiva (e invisible) de repetición. El módulo es un círculo menor rodeado por un círculo mayor. La relación entre el círculo menor y el mayor debe ser constante dentro de cada diseño.

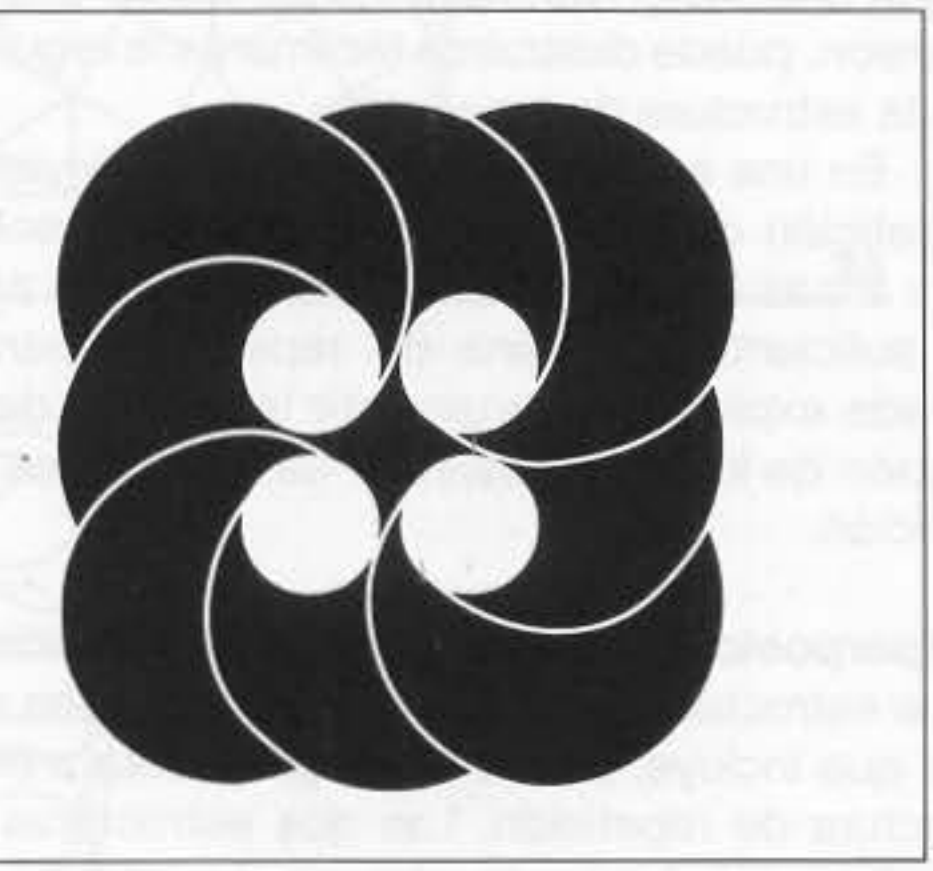
El uso de estructuras activas (e invisibles) de repetición está ilustrado en las figuras 26a, b, c, d, e y f. El módulo es aquí similar al usado en nuestro problema sobre la estructura inactiva de repetición, excepto en que la figura de anillo queda quebrada, sugiriendo una forma muy similar a la letra C.

Comparando los resultados de ambos problemas, notaremos fácilmente que las líneas rectas están presentes en los diseños con estructuras activas, pero ausentes en las de estructuras inactivas. Las líneas rectas estructurales no sólo afectan al dibujo de los módulos y del espacio que los rodea, sino que cambian asimismo la naturaleza del diseño.

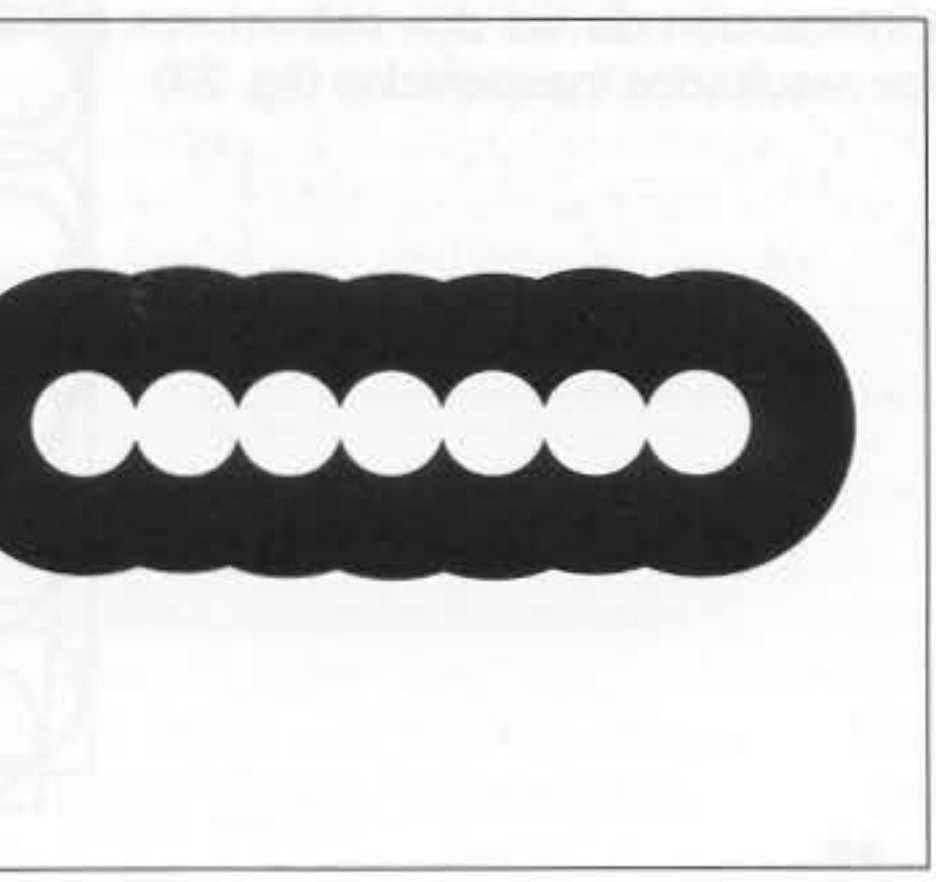
25



d

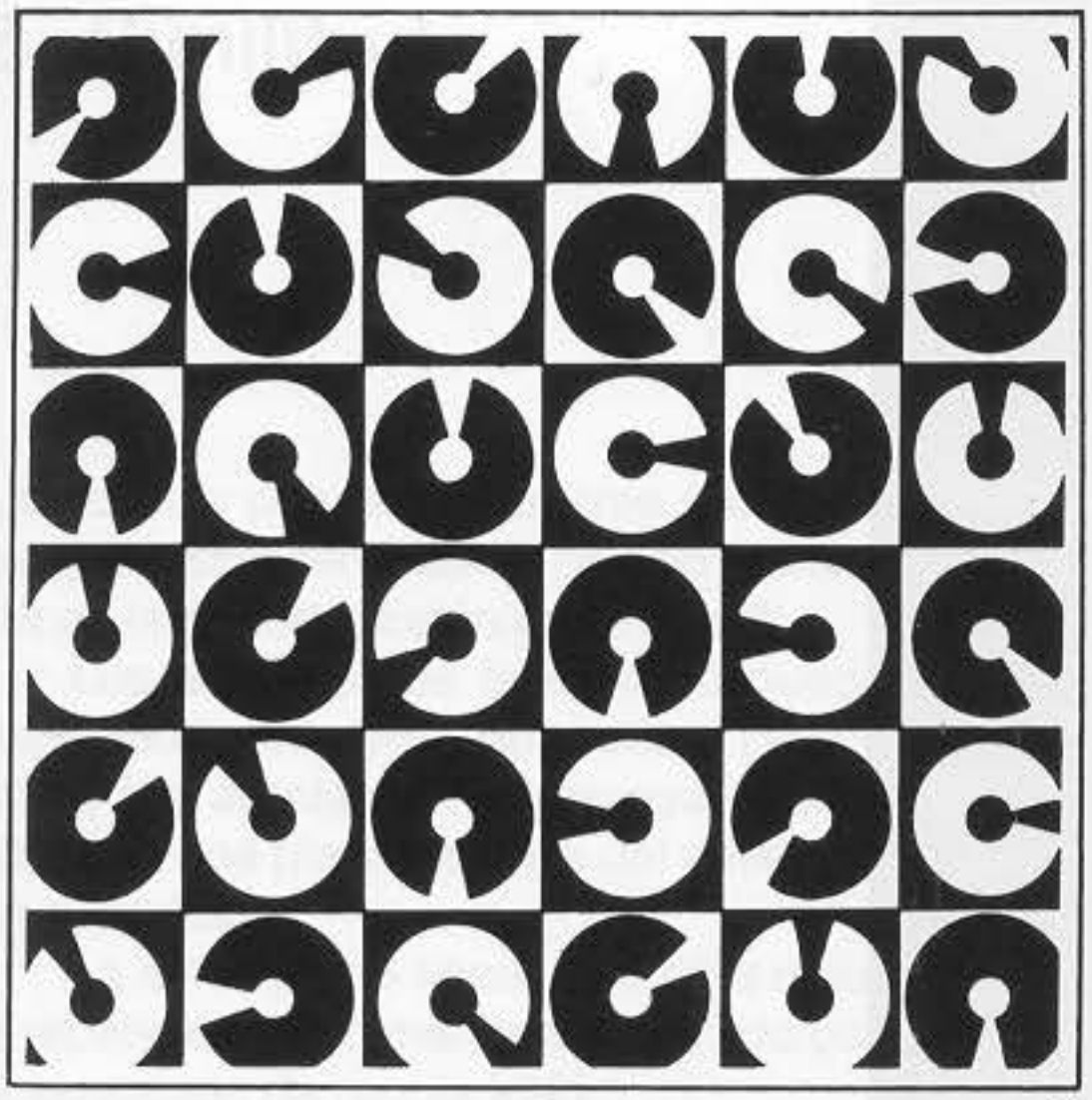


e

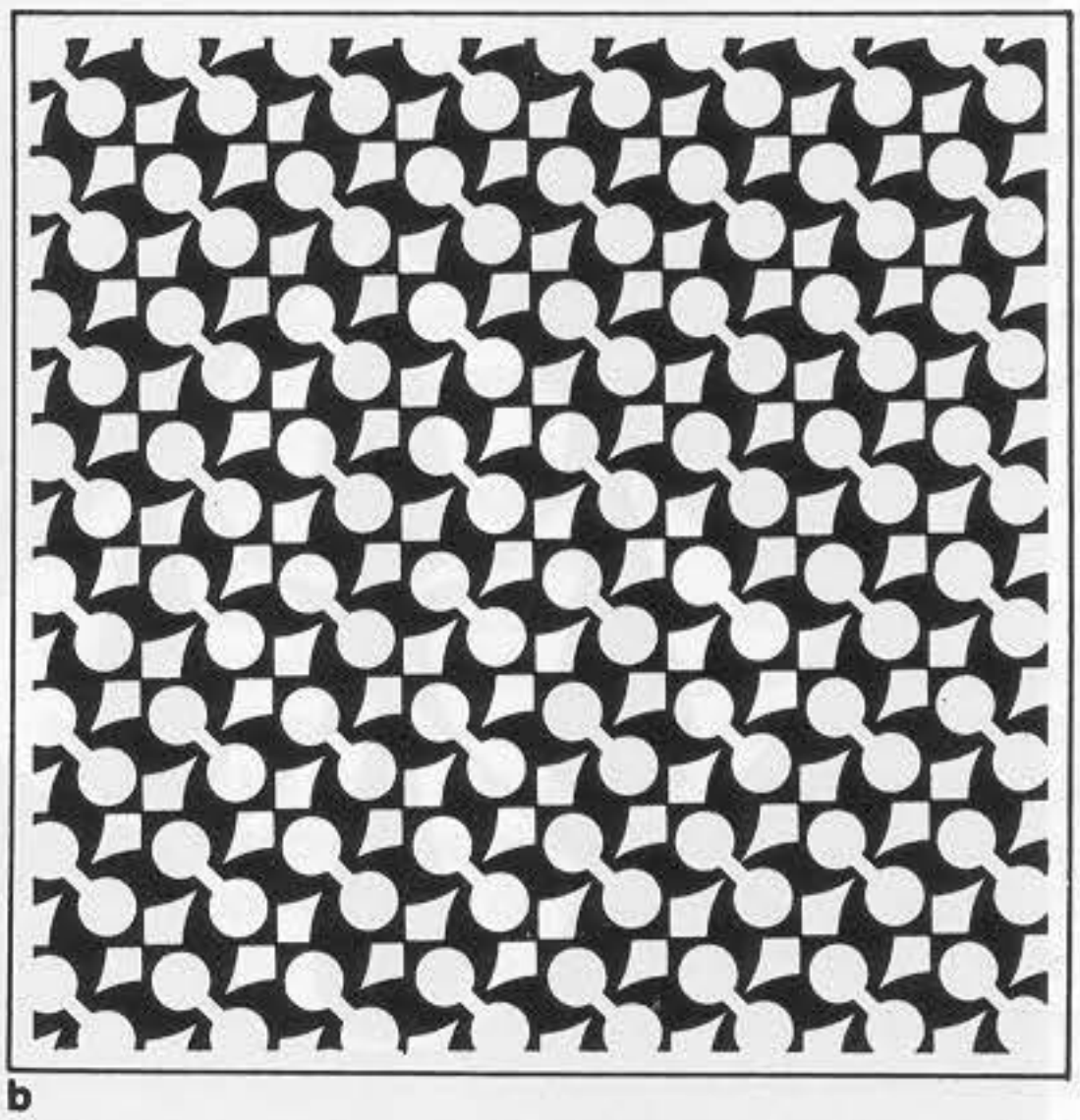


f

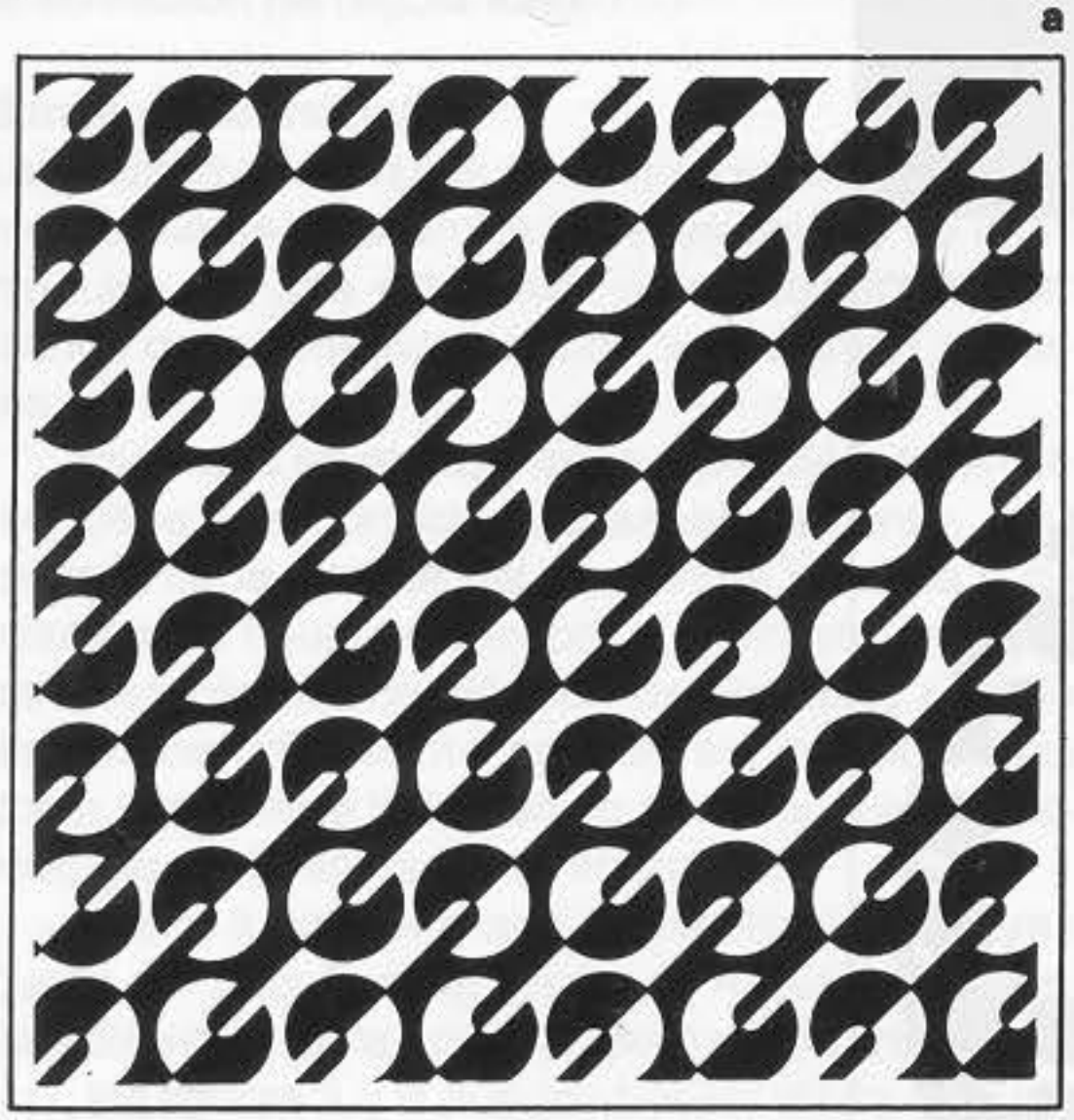
26



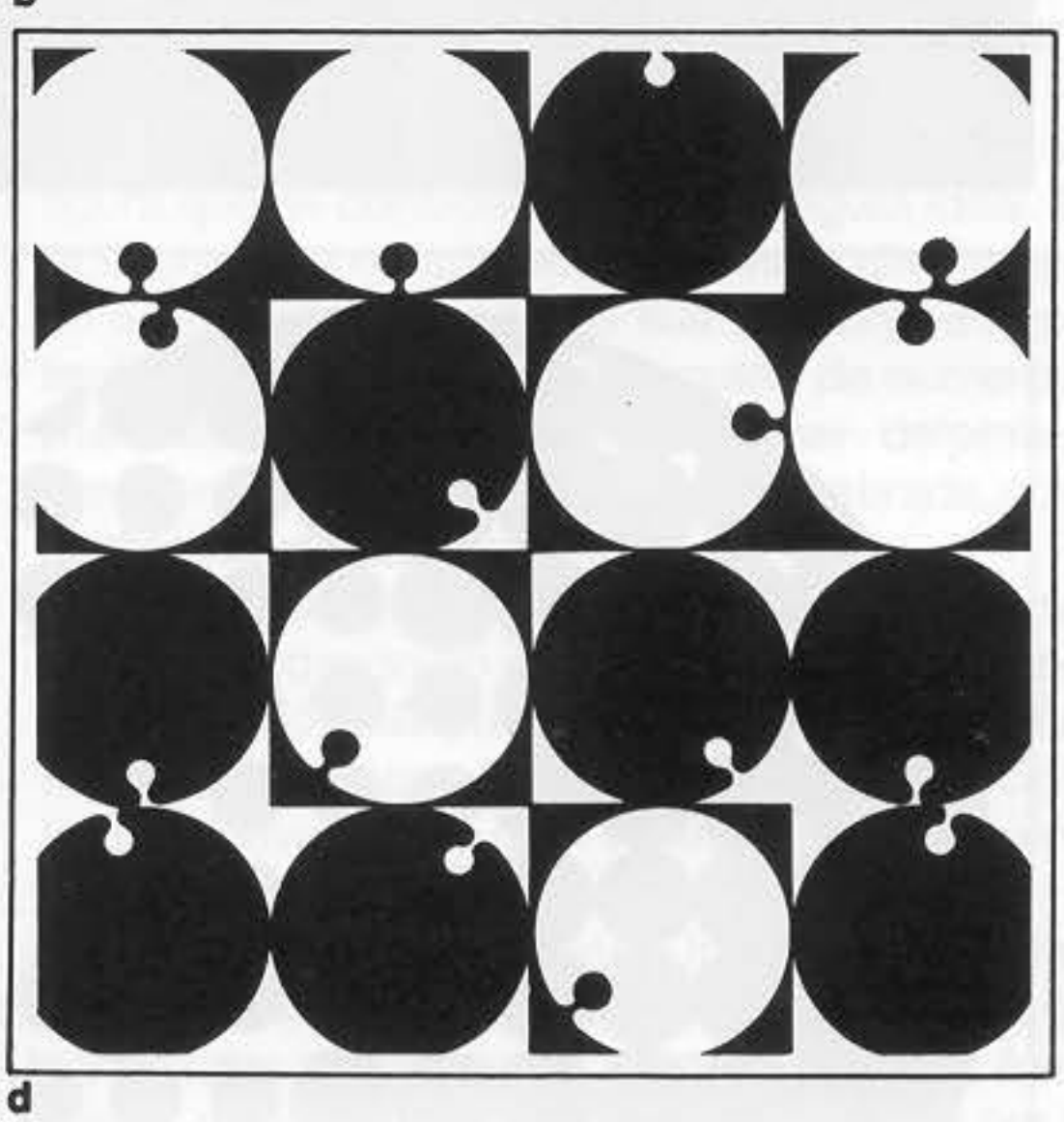
a



b

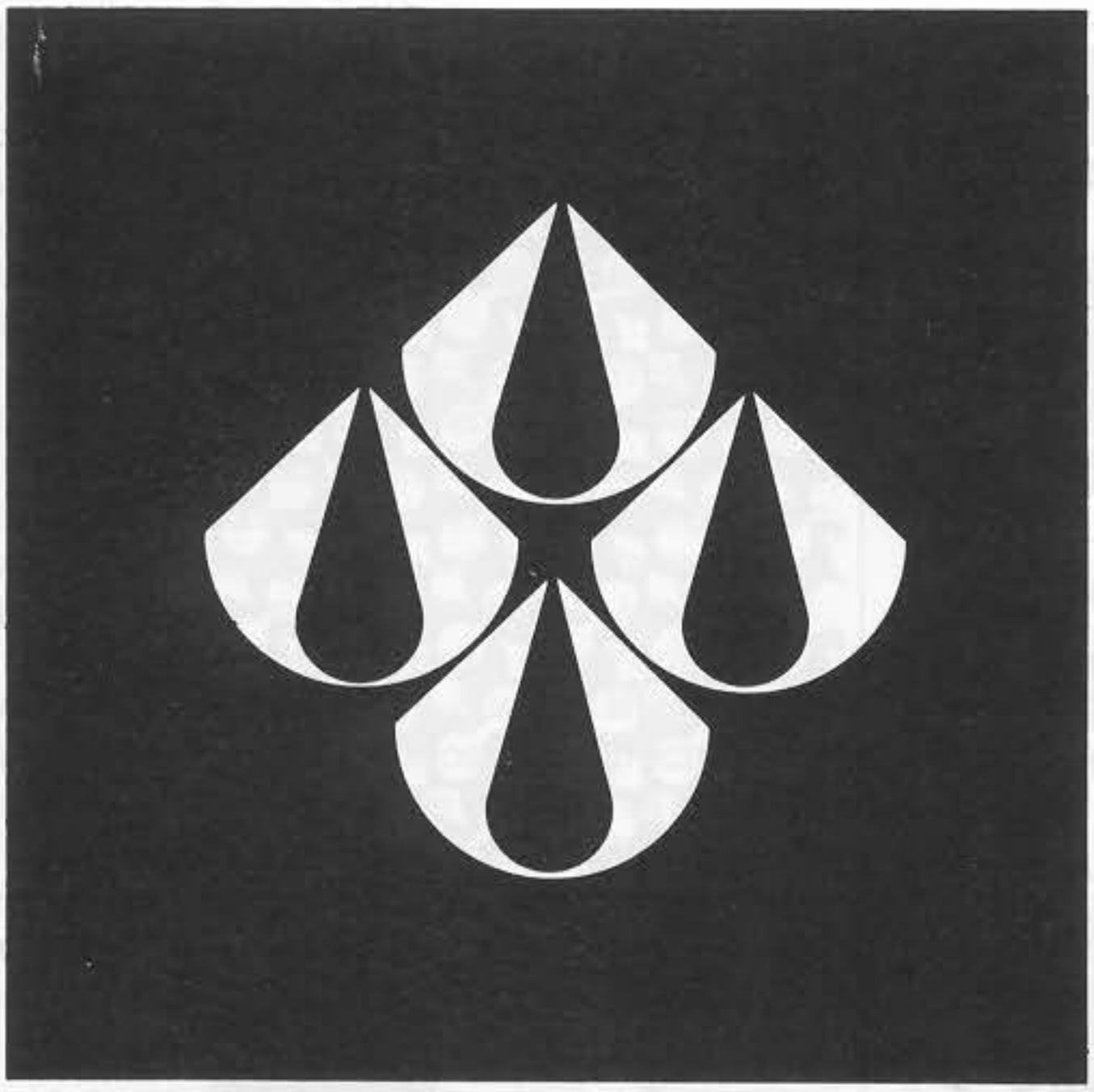


c

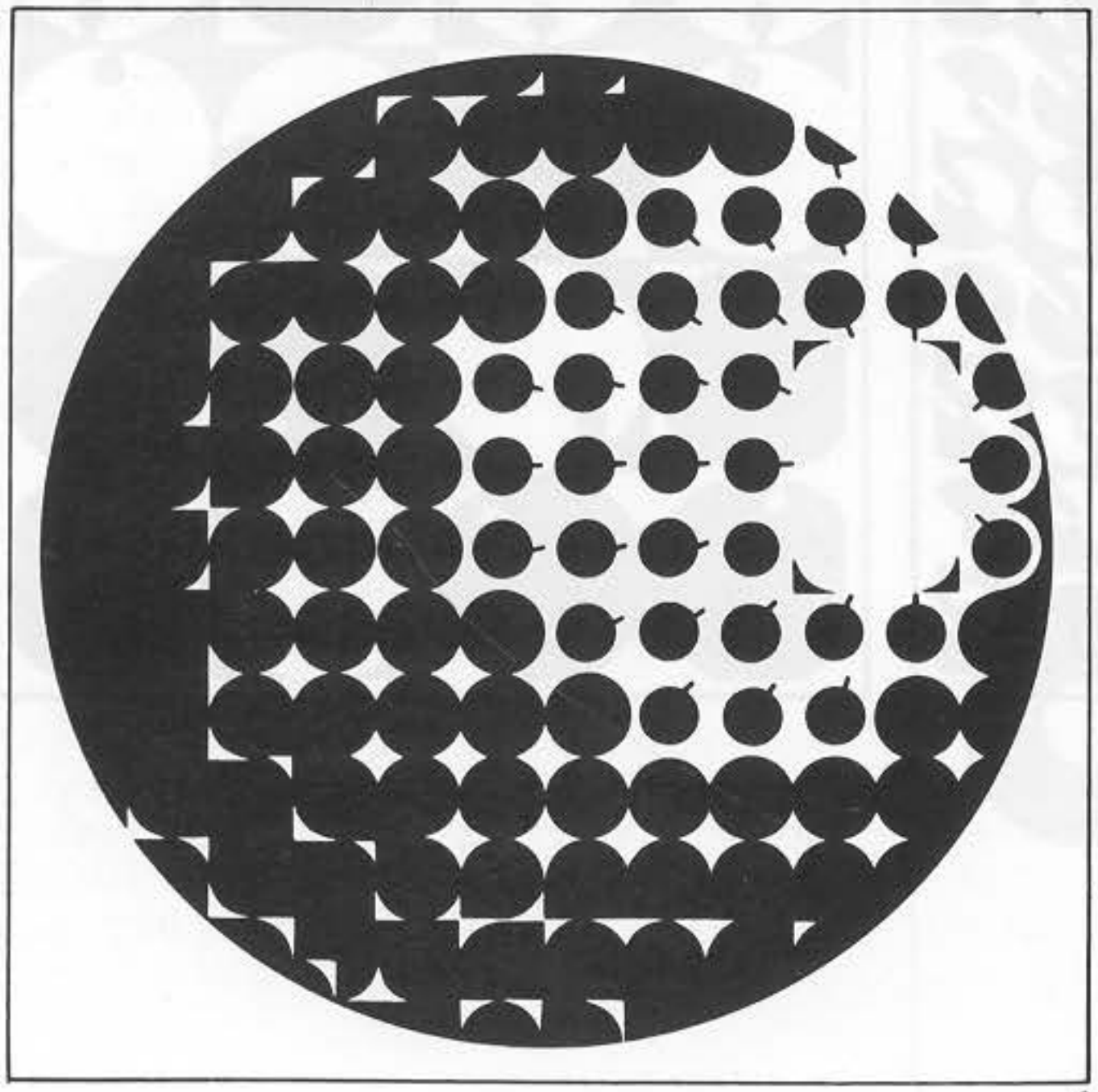


d

26



e



f

5. Similitud

Las formas pueden parecerse entre sí y sin embargo no ser idénticas. Si no son idénticas, no están en repetición. Están en similitud.

Los aspectos de la similitud pueden encontrarse fácilmente en la naturaleza. Las hojas de un árbol, los árboles de un bosque, los granos de arena en una playa, las olas del océano, son ejemplos vívidos.

La similitud no tiene la estricta regularidad de la repetición, pero mantiene en grado considerable la sensación de regularidad.

Similitud de módulos

La similitud de módulos en un diseño se refiere, primordialmente, a la similitud de las figuras de esos módulos. En una estructura de repetición, los tamaños de los módulos deben ser también similares.

Igual que en el caso de la repetición, la similitud debe ser considerada separadamente, respecto a cada uno de los elementos visuales y de relación. La figura es siempre el elemento principal para establecer una relación de similitud, porque las formas difícilmente podrían ser consideradas como similares si lo fueran en tamaño, color y textura, pero diferentes en su figura.

Desde luego, el grado de similitud de figuras puede ser muy flexible. La figura A puede parecer muy diferente de la figura B, pero en contraste con la C, las figuras A y B pueden poseer cierta relación de similitud. Hasta dónde sea amplio o estrecho el grado de similitud es algo que debe ser decidido por el diseñador. Cuando la diferencia sea reducida, los módulos similares pueden parecer casi repetitivos. Cuando sea mayor, los módulos similares son vistos como formas individuales, sólo vagamente relacionadas entre sí.

Similitud de figura

La similitud de figura no significa simplemente que las formas parezcan más o menos las mismas ante nuestros ojos. A veces la similitud puede ser reconocida cuando todas las formas pertenecen a una clasificación común. Están relacionadas entre sí, no tanto visualmente como quizá psicológicamente.

La similitud de figura puede ser creada por uno de los siguientes medios:

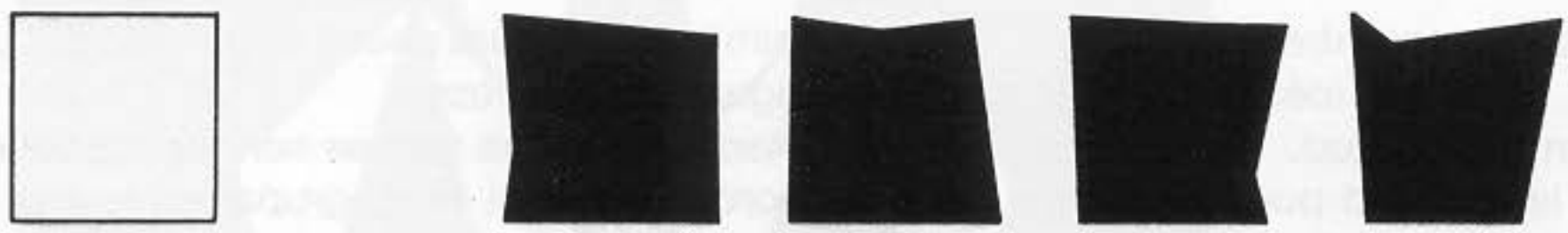
a) Asociación. Las formas son asociadas entre sí porque pueden ser agrupadas juntas de acuerdo a su tipo, su familia, su significado o su función. La serie de similitud es aquí particularmente flexible. Por ejemplo, los alfabetos de un mismo tipo de letra de igual peso se parecen definidamente entre sí, pero podemos ampliar el rango hasta incluir todos los alfabetos, con independencia del tipo de letra o del peso. La serie aún puede ser ampliada hasta incluir todas las formas de la escritura humana (fig. 27).

b) Imperfección. Podemos comenzar con una figura que es considerada nuestra figura ideal. Esta figura ideal no aparece en nuestro diseño, pero en su lugar tenemos todas sus variaciones imperfectas. Esto puede ser conseguido de numerosas maneras. La figura ideal puede ser deformada, transformada, mutilada, cortada o quebrada, como parezca apropiado (fig. 28).

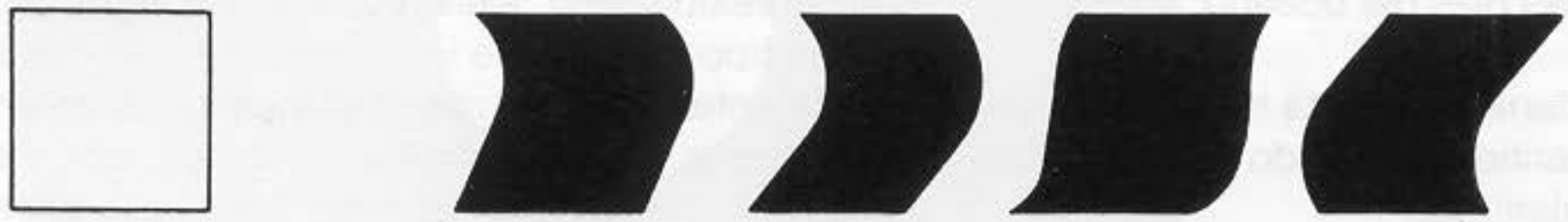
c) Distorsión espacial. Un disco redondo, cuando es girado en el espacio, parecerá elíptico. Todas las formas pueden ser rotadas de manera similar, y hasta pueden ser curvadas o retorcidas, lo que deriva en una gran variedad de distorsiones espaciales (fig. 29).

d) Unión o sustracción. Una forma puede estar compuesta por dos formas más pequeñas que son unidas, u obtenidas sustrayendo una forma menor de una mayor. Los múltiples medios por los que se relacionan las dos formas componentes producen una cadena de módulos en similitud. Si permitimos que varíen las figuras y tamaños de las formas componentes, se hace más amplia la serie de módulos en similitud (fig. 30).

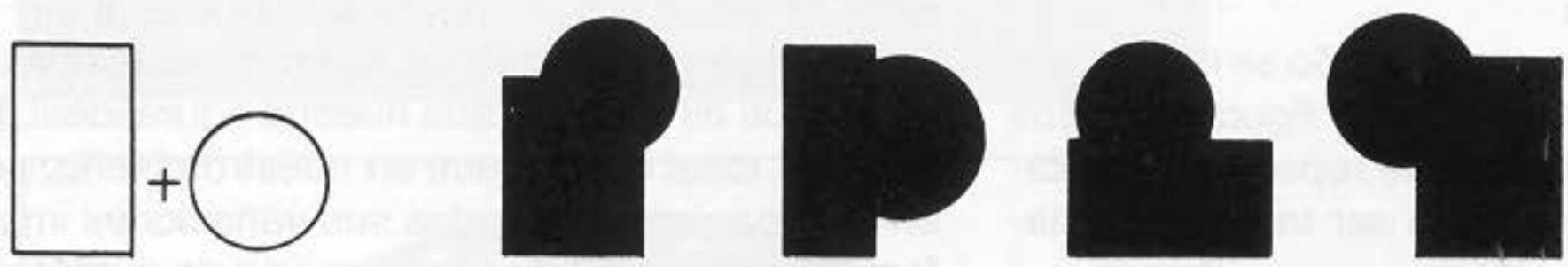
27



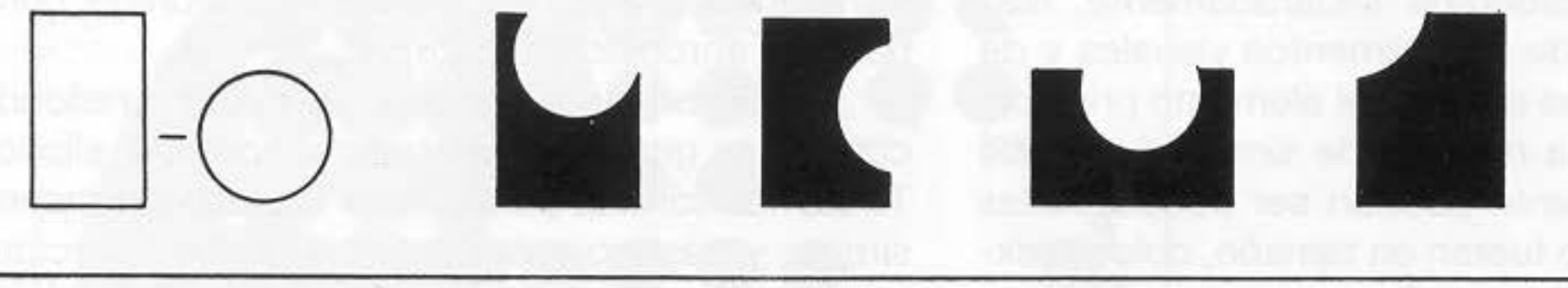
28



29



30



31

e) Tensión o compresión. Una forma puede ser estirada (por una fuerza interior que empuja los contornos hacia afuera) o apretada (por una fuerza exterior que empuja los contornos hacia adentro), lo que deriva a una serie de módulos en similitud. Esto puede ser fácilmente visualizado si pensamos en las formas como en algo elástico, sujeto a la tensión o a la compresión (fig. 31).

Similitud y gradación

Cuando se utiliza un grupo de módulos en similitud, es esencial que no sean dispuestos en el diseño de tal manera que muestren un discernible cambio sistemático en gradación. Tan pronto como sea aparente la regularidad de un cambio en la gradación, desaparecerá el efecto de similitud.

La gradación es una clase diferente de disciplina, que será considerada en nuestro próximo capítulo.

Compárense las ilustraciones 32a y b. Aunque ambas usan la misma clase de módulos, la 32a muestra el efecto de la similitud, mientras la 32b muestra el efecto de la gradación. Los resultados son muy distintos. En la similitud, los módulos son vistos en una ligera agitación, pero se adhieren entre sí para formar una unidad. En la gradación, los módulos son organizados para sugerir, de manera muy controlada, la progresión y el movimiento.

La estructura de similitud

No es fácil definir una estructura de similitud, pero podemos decir que es semiformal y que no tiene la rigidez de una estructura de repetición ni tampoco la regularidad de una estructura de repetición múltiple.

Se sugieren aquí dos tipos básicos de estructura de similitud:

Subdivisiones estructurales similares. Las subdivisiones estructurales no son repetitivas, sino similares entre sí. Los cuadriláteros, los triángulos o los hexágonos, todos ellos con lados desiguales, pueden ser unidos para formar dibujos que cubran todo un espacio. Este tipo de estructura puede ser activa o inactiva, visible o invisible (fig. 33).

Distribución visual. Esto significa que los módulos quedan distribuidos dentro del marco del diseño, visualmente, sin la guía de las líneas estructurales. En este caso, la distribución visual debe conceder a cada módulo una cantidad similar de espacio, juzgada por el ojo. La distribución visual se vincula con nuestro concepto de concentración, que será considerado en el capítulo 9 (figs. 65f y g).

Notas sobre los ejercicios

Las figuras 34a, b, c, d, e y f ejemplifican el uso de módulos similares, en una estructura de repetición que es activa, pero invisible. Los módulos están basados en la letra «C», igual que los utilizados para el problema sobre estructura activa de repetición en el capítulo 4.

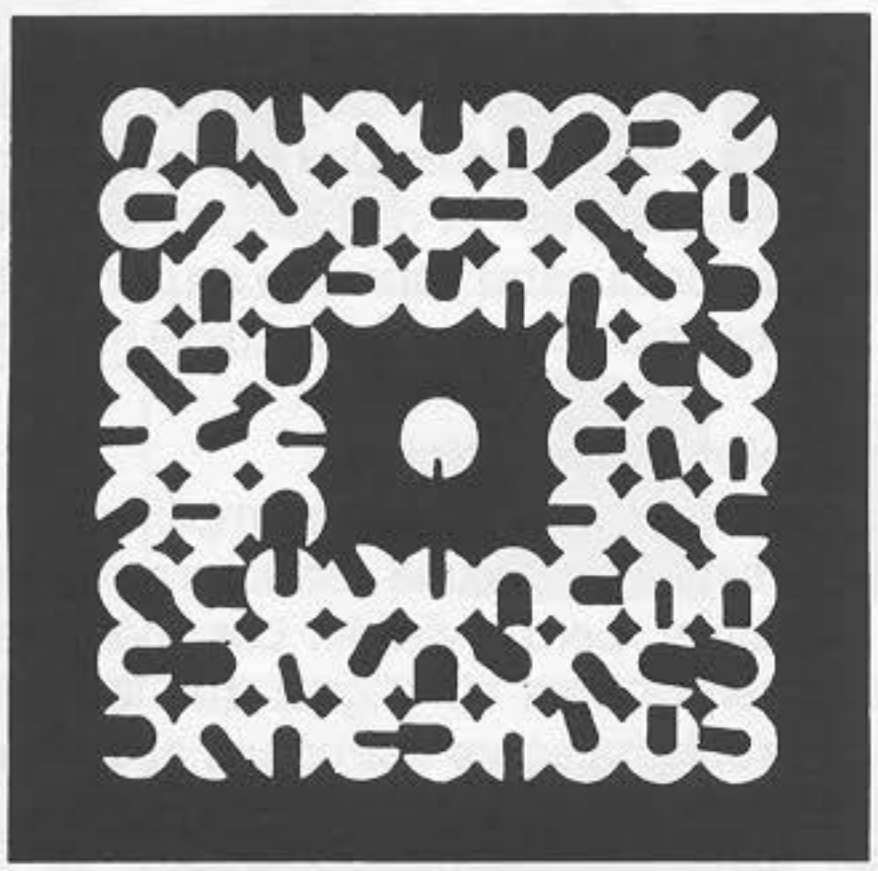
Si pensamos sistemáticamente, el módulo puede ser formulado como

$$A - (B + C)$$

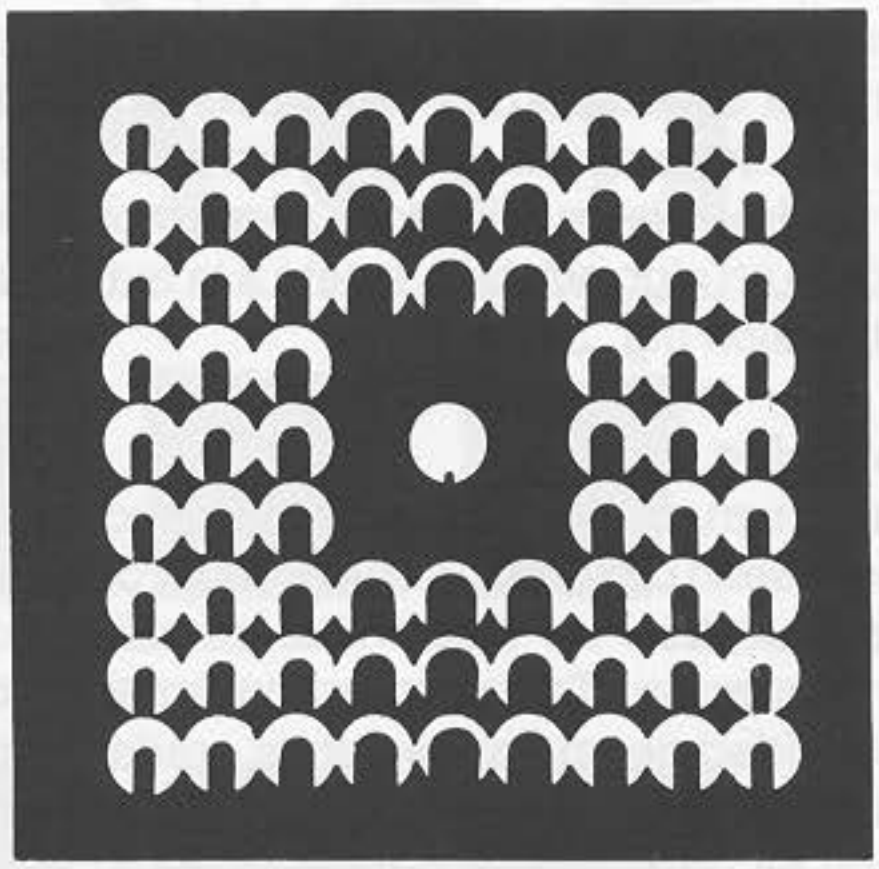
Aquí *A* representa el círculo mayor, que es constante en figura y tamaño; *B* representa al círculo menor, que puede ser constante o variable en figura, tamaño y posición dentro del círculo mayor *A*; y la *C* representa el enlace entre *B* y el espacio que rodea a *A*, el que puede asimismo ser constante o variable en figura, tamaño y posición. De esa manera puede crearse una buena serie de módulos en similitud.

Comparando los resultados de este problema y el problema de estructura activa del capítulo 4, podemos hallar fácilmente que la disciplina de similitud es más dinámica en su naturaleza que la disciplina de repetición.

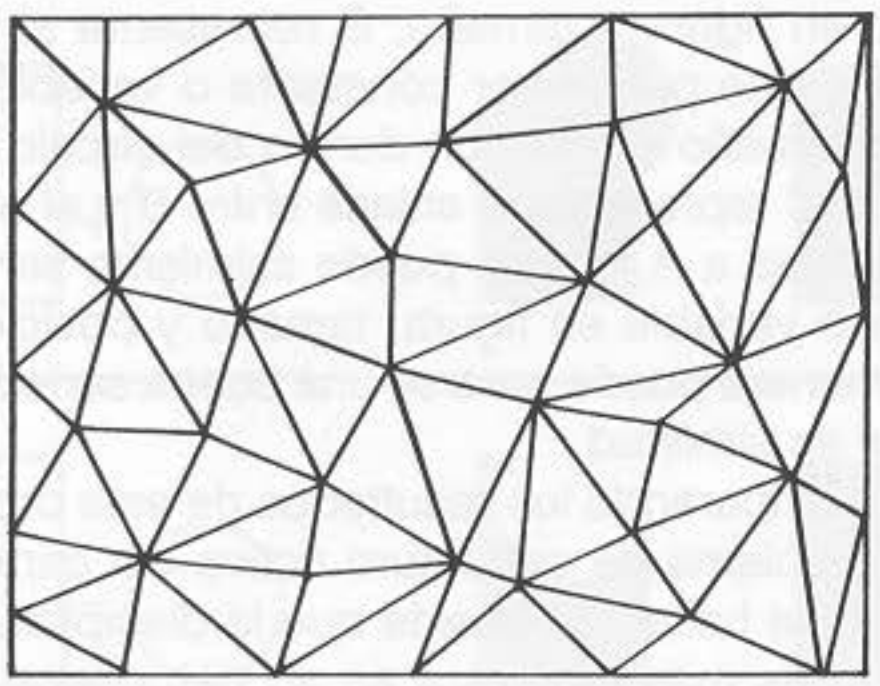
a

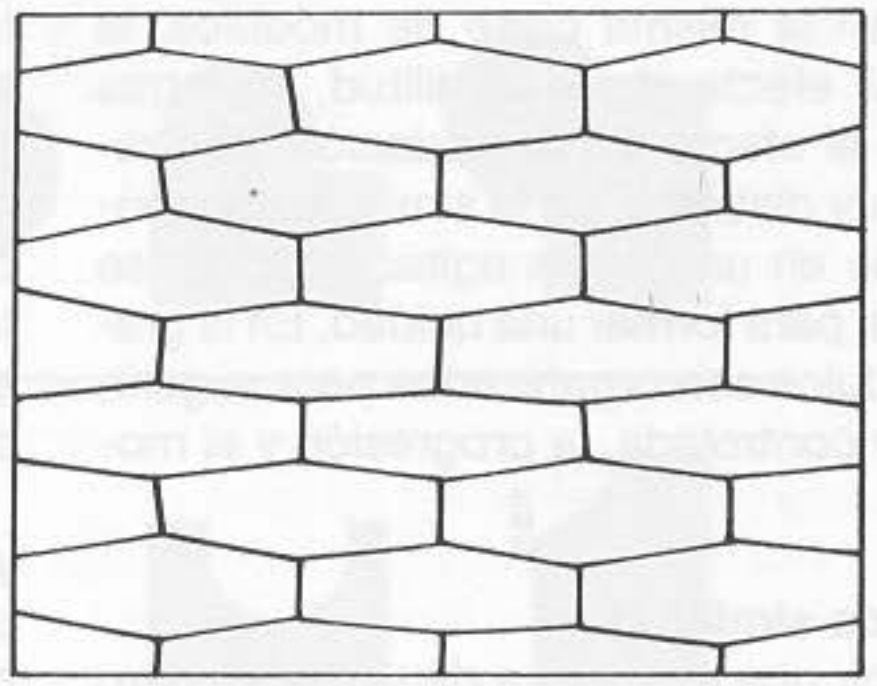


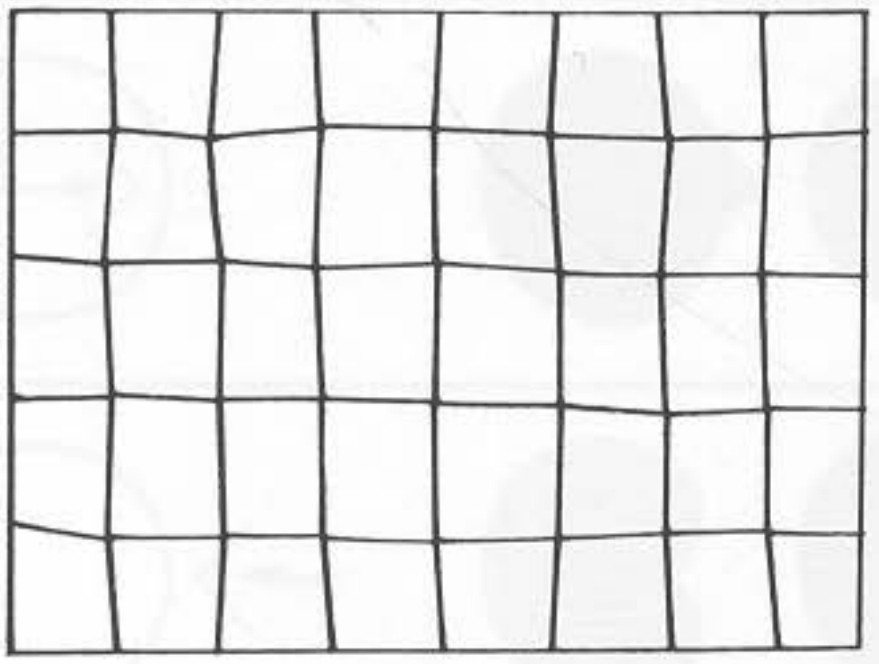
b

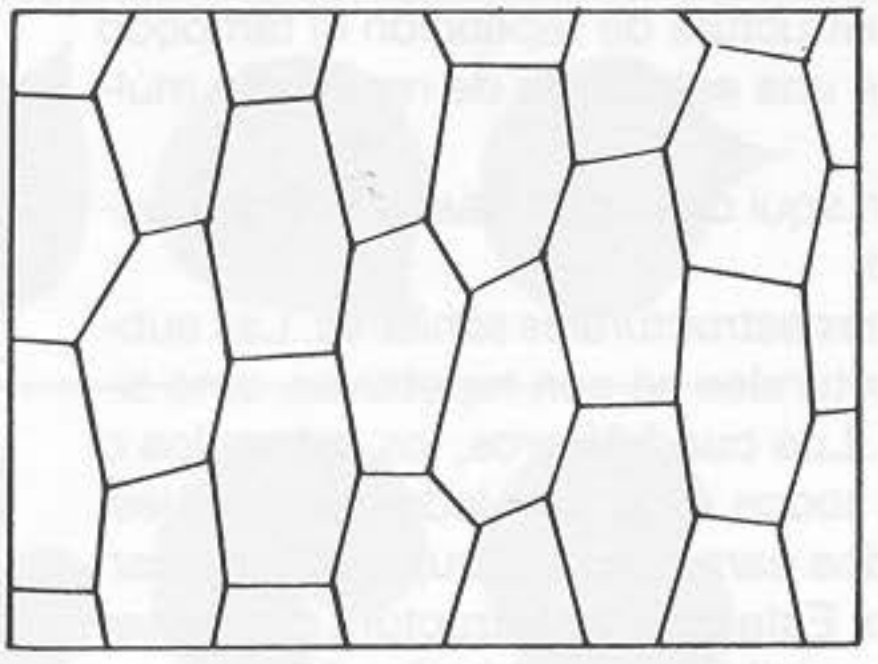


32



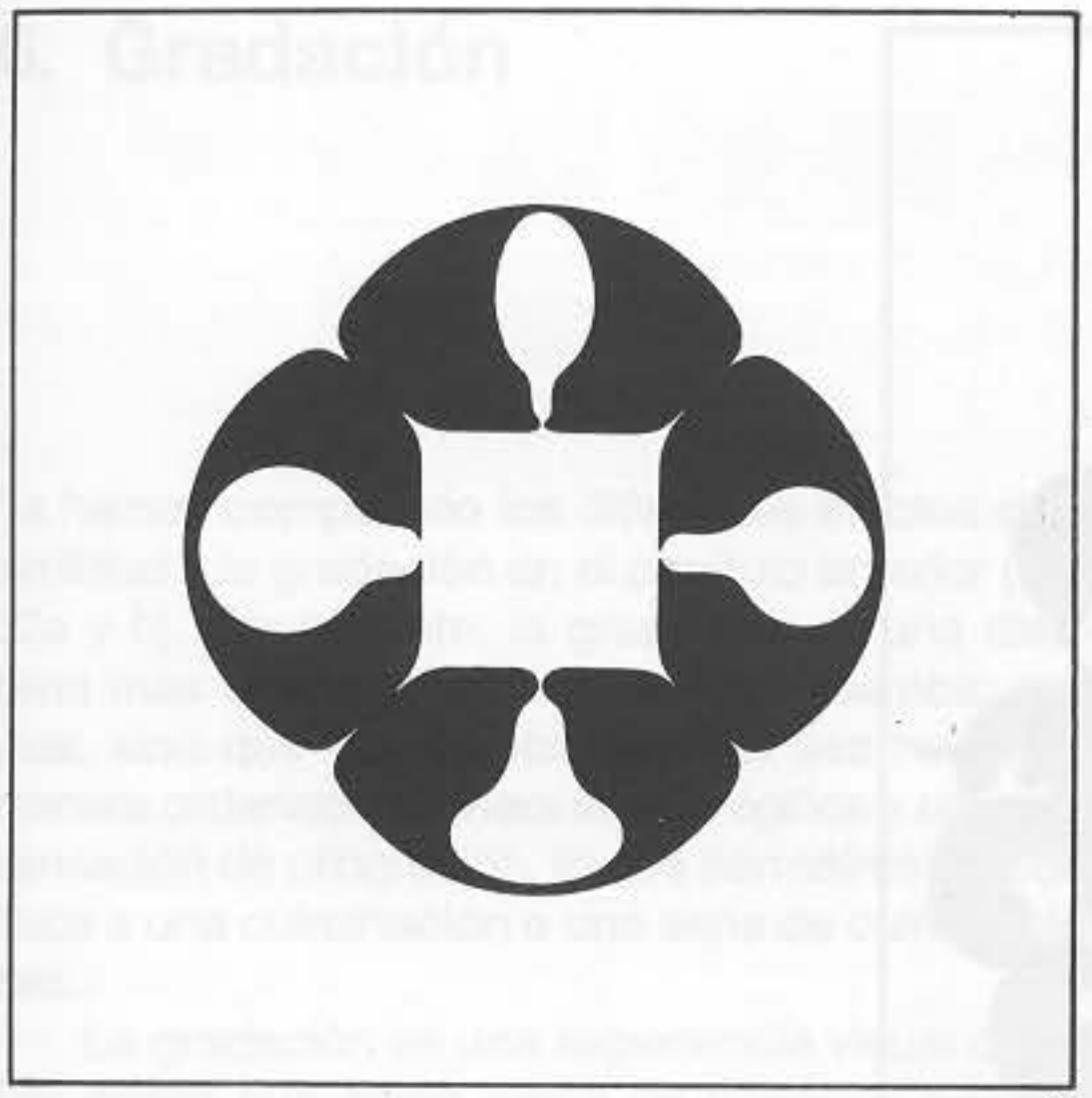




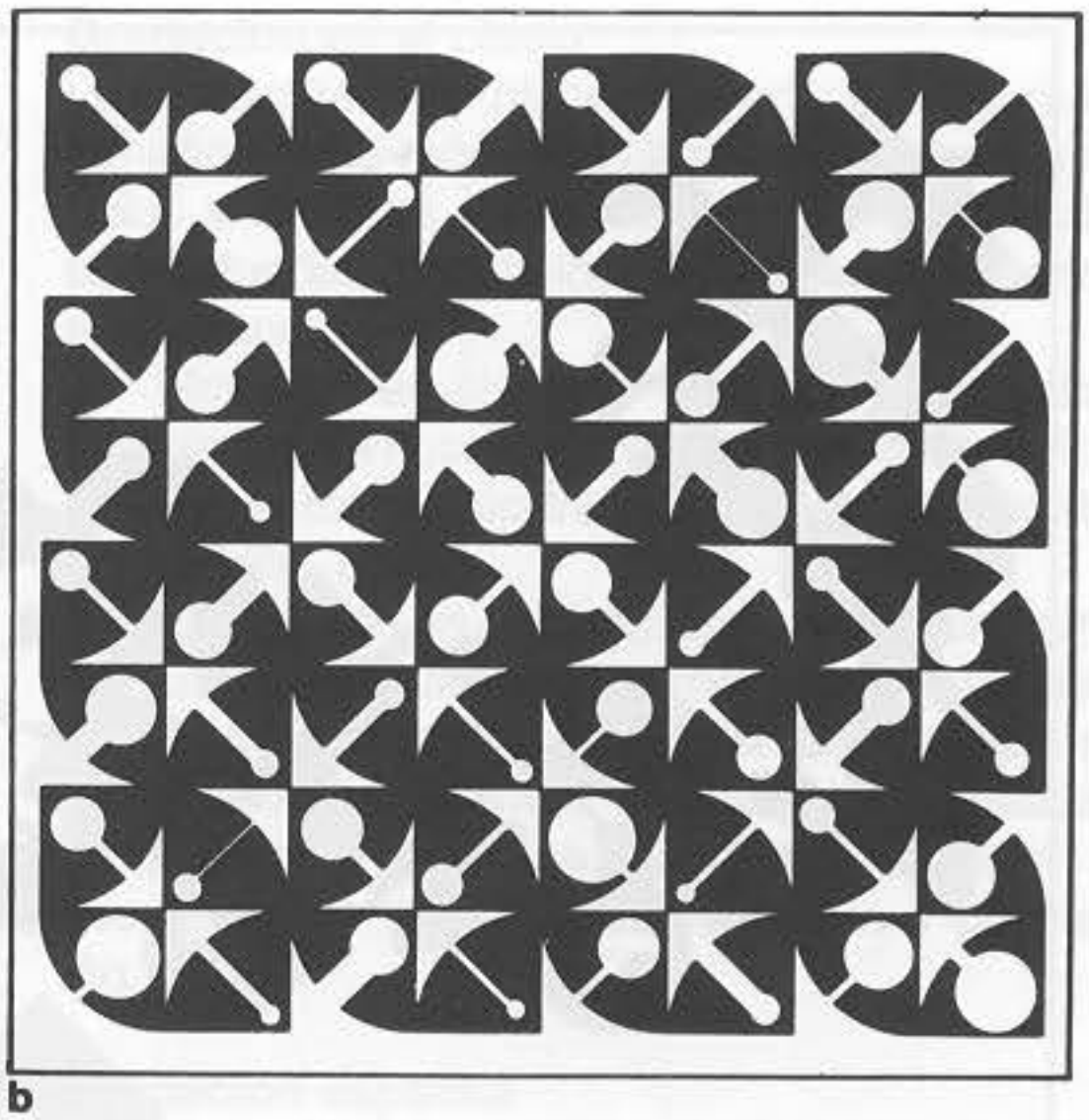


33

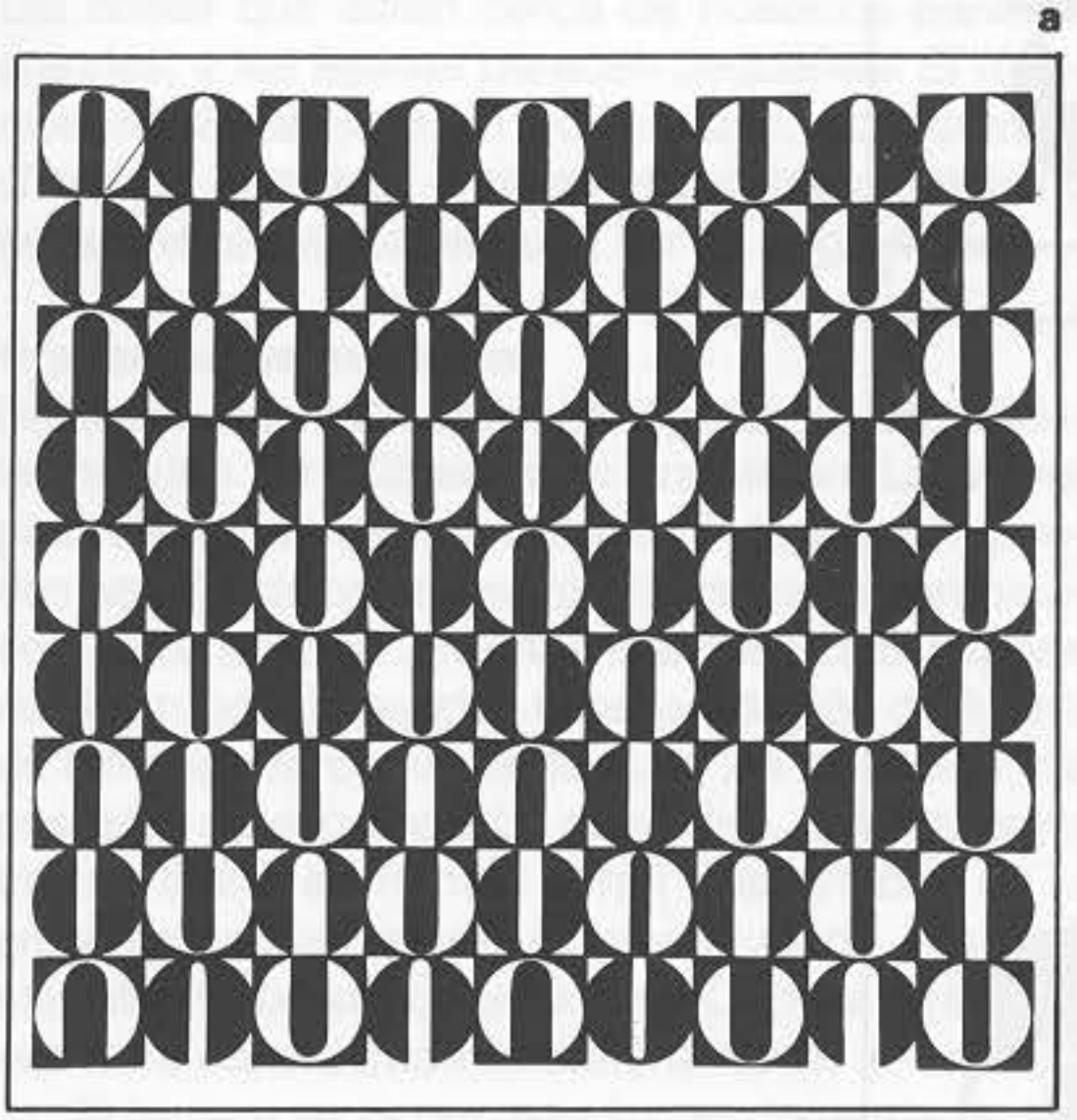
34



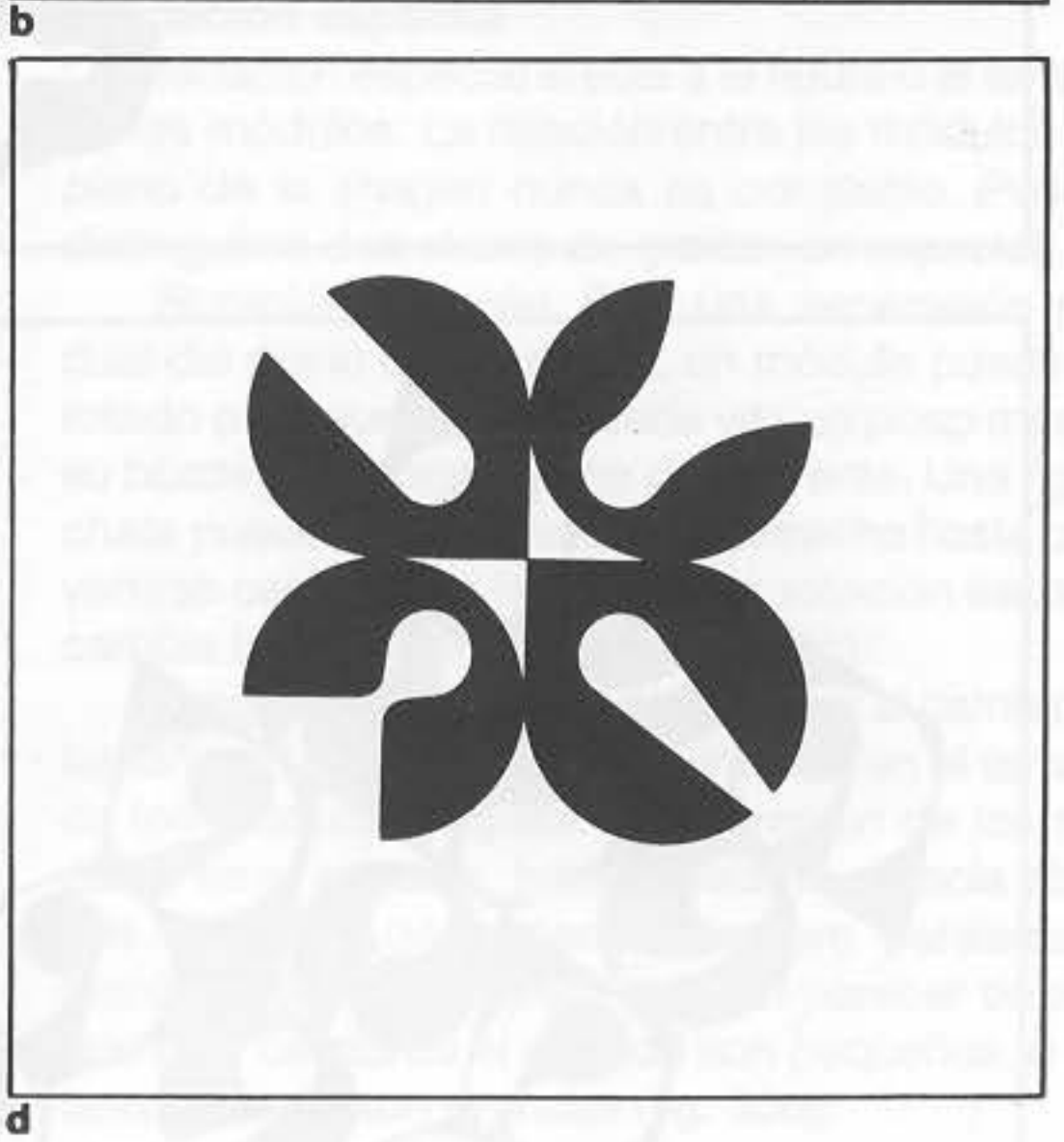
a



b

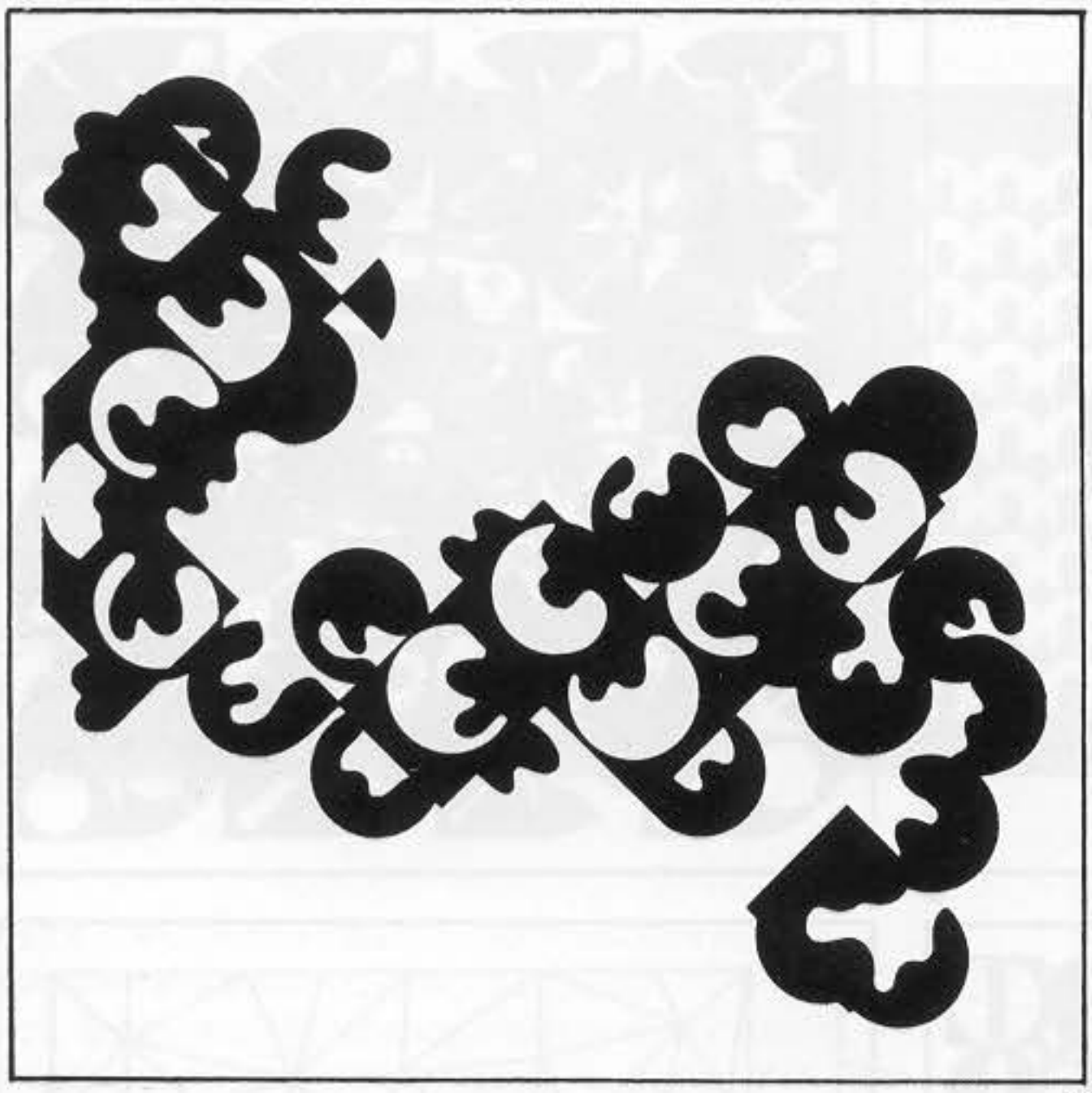


c

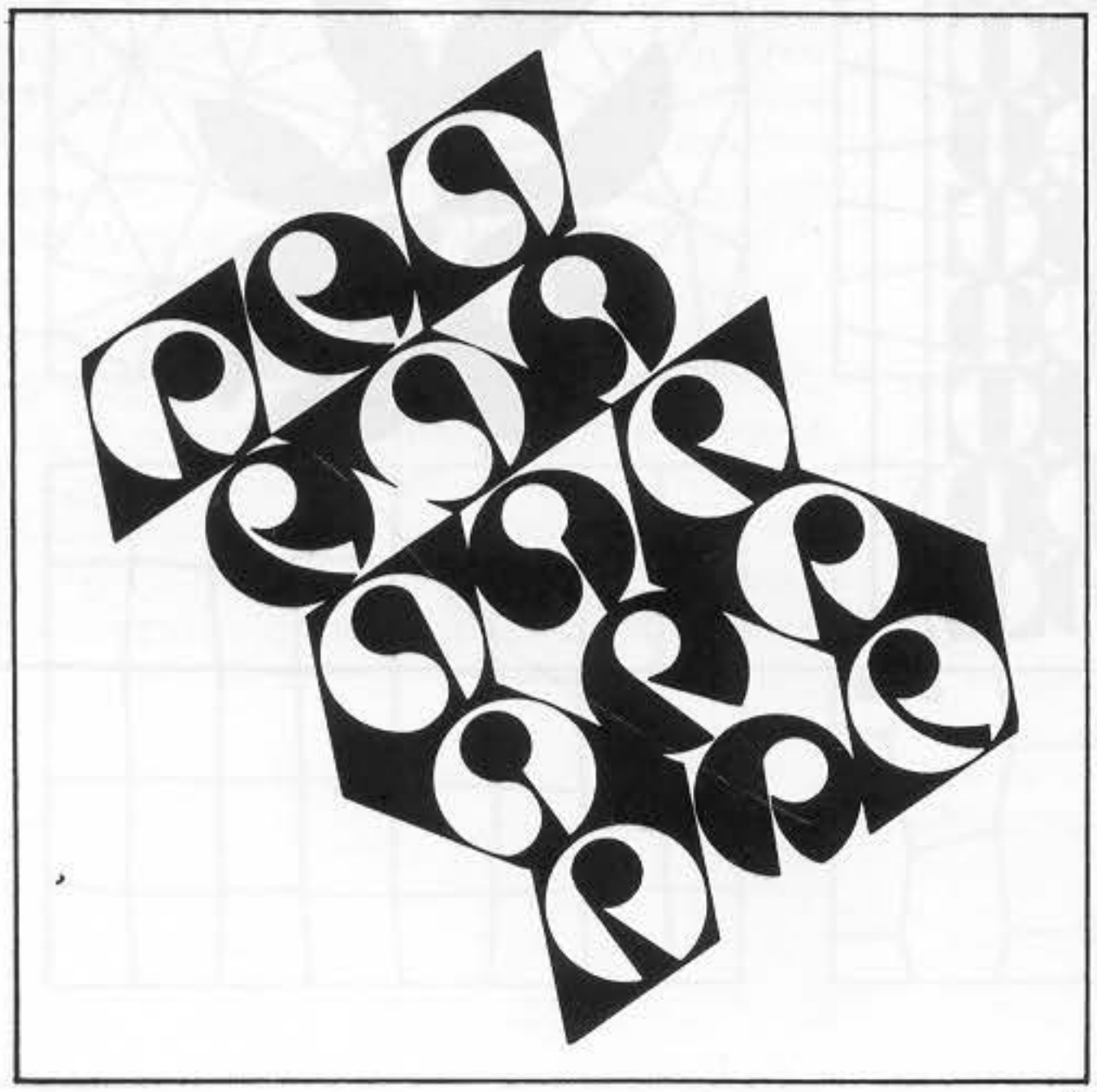


d

34



e



f

6. Gradación

Ya hemos comparado los diferentes efectos de la similitud y la gradación en el capítulo anterior (figs. 32a y b). Obviamente, la gradación es una disciplina más estricta. Exige no sólo un cambio gradual, sino que ese cambio gradual sea hecho de manera ordenada. Genera ilusión óptica y crea una sensación de progresión, lo que normalmente conduce a una culminación o una serie de culminaciones.

La gradación es una experiencia visual diaria. Las cosas que están cerca de nosotros parecen grandes, y las lejanas parecen pequeñas. Si miramos desde abajo a un edificio alto, con una fachada de ventanas iguales, el cambio en tamaño de las ventanas sugiere una ley de la gradación.

Gradación de módulos

Dentro de una estructura de repetición, los módulos pueden ser utilizados en gradación. La mayor parte de los elementos visuales o de relación pueden ser utilizados en gradación, solos o combinados, para obtener diversos efectos. Esto supone que los módulos pueden tener gradación de figura, de tamaño, de color, de textura, de dirección, de posición, de espacio y de gravedad. Sin embargo, tres de estos elementos serán descartados de la presente consideración. Uno es el color, que está más allá del objeto de este libro. Otro es la textura, que será considerada debidamente en el capítulo 11. El tercero es la gravedad, que depende de los efectos producidos por otros elementos. Eliminados éstos, los restantes pueden reunirse en tres grupos principales: gradación en el plano, gradación espacial y gradación en la figura.

Gradación en el plano

La gradación en el plano no afecta a la figura ni al tamaño de los módulos. La relación entre los módulos y el plano de la imagen permanece constante. Pueden distinguirse dos clases de gradación en el plano:

Rotación en el plano. Esto indica un gradual cambio de dirección de los módulos. Una figura puede ser rotada sin trasladarse en el plano de la imagen (fig. 35a).

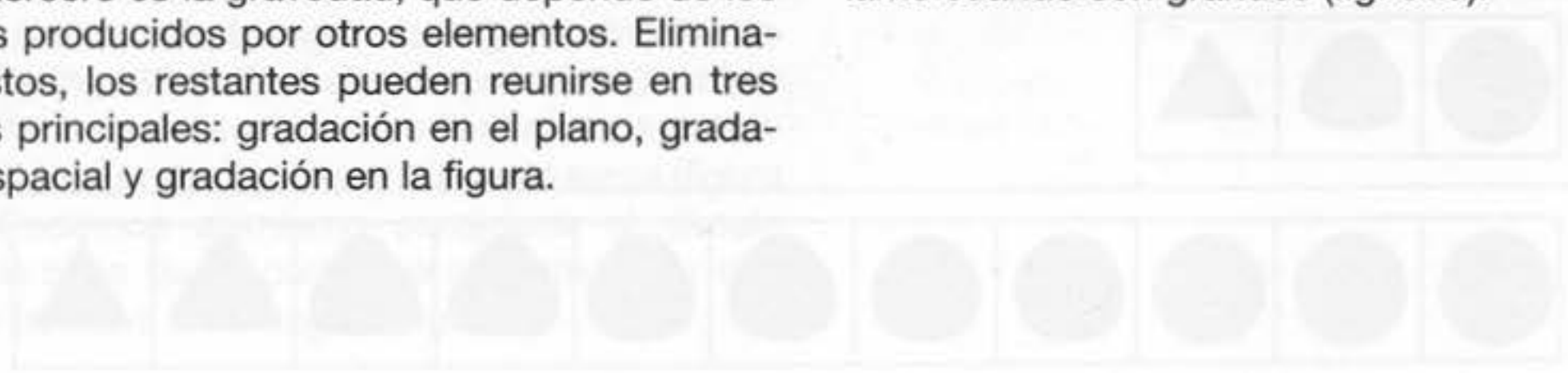
Progresión en el plano. Esto indica un cambio gradual de posición de los módulos dentro de las subdivisiones estructurales del diseño. Los módulos pueden ascender o descender, trasladarse de un ángulo a otro de las subdivisiones, en una secuencia de movimientos regulares y graduales (fig. 35b).

Gradación espacial

La gradación espacial afecta a la figura o al tamaño de los módulos. La relación entre los módulos y el plano de la imagen nunca es constante. Pueden distinguirse dos clases de gradación espacial:

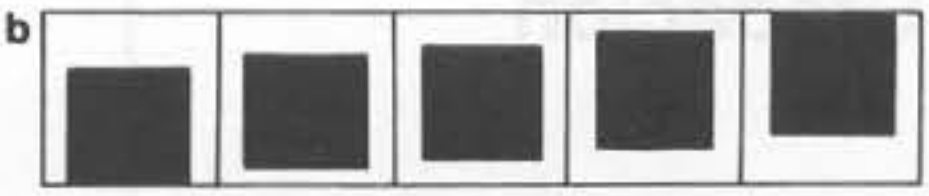
Rotación espacial. Con una separación gradual del plano de la imagen, un módulo puede ser rotado para que veamos cada vez un poco más de su borde y un poco menos de su frente. Una figura chata puede ser cada vez más estrecha hasta convertirse casi en una fina línea. La rotación espacial cambia la figura del módulo (fig. 35c).

Progresión espacial. Ésta es igual al cambio de tamaño. El aumento o la disminución en el tamaño de los módulos sugiere la progresión de los módulos en el espacio, hacia adelante o hacia atrás. Los módulos permanecen siempre paralelos al plano de la imagen, pero pueden parecer colocados muy detrás de él cuando son pequeños, o delante cuando son grandes (fig. 35d).



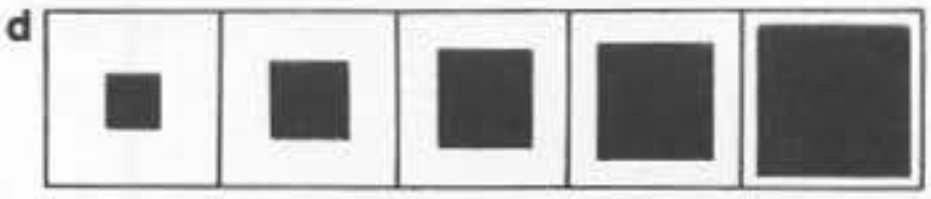
a

b

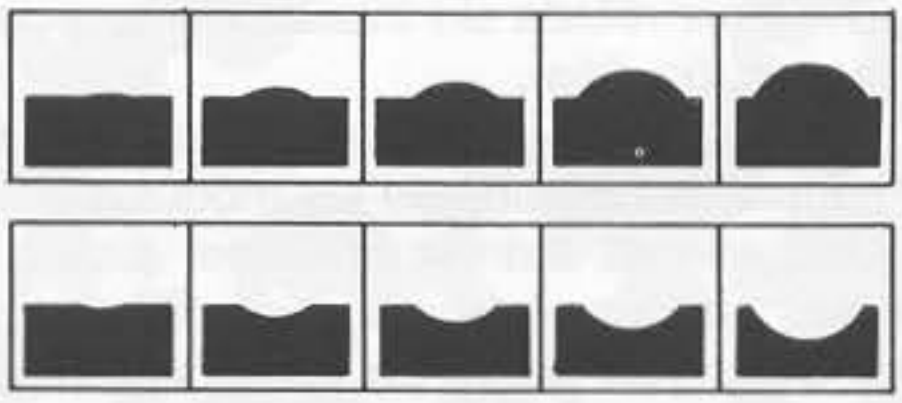


c

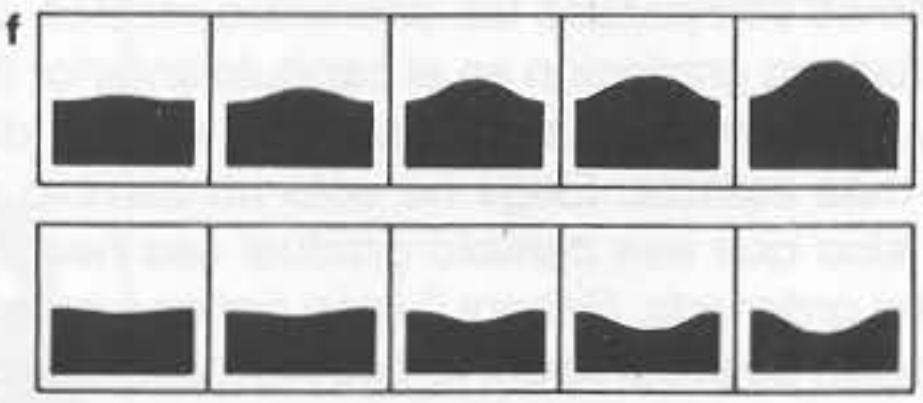
d



e



f

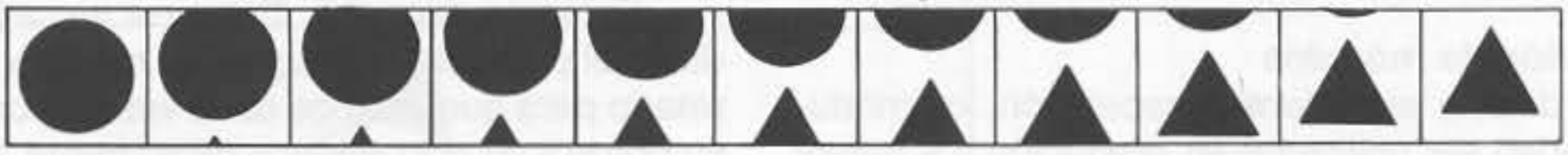


35

a

b

c

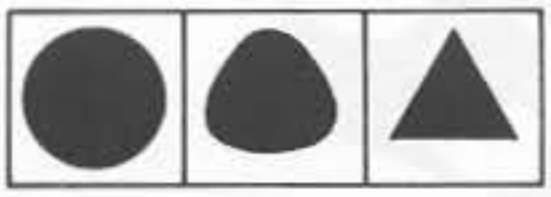


d

e

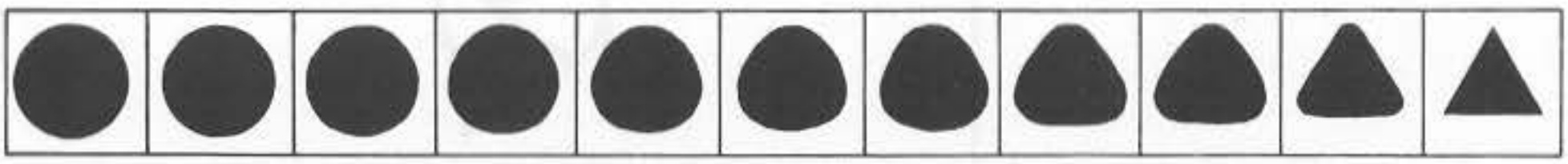
f

36



37

38



Gradación en la figura

Esto se refiere a la secuencia de gradaciones que resulta de un cambio real de la figura. Se sugieren dos clases comunes de gradación en la figura:

Unión o sustracción. Esto indica el cambio gradual de posiciones de los submódulos, que forman a los módulos por unión o sustracción. La figura y tamaño de cada uno de los submódulos puede asimismo experimentar al mismo tiempo transformaciones graduales (figura 35e).

Tensión o compresión. Esto indica el cambio gradual de la figura de los módulos, por fuerzas internas o externas. La figura aparece como si fuera elástica, y resulta fácilmente afectada por cualquier ligero empuje o atracción (fig. 35f).

El camino de la gradación

Toda forma puede ser gradualmente cambiada hasta convertirse en cualquier otra. Cómo ocurre ese cambio es algo que queda determinado por el camino de gradación que se elija.

Hay múltiples caminos para la gradación. El diseñador puede escoger un camino de gradación en el plano, en el espacio, en la figura o en una combinación de ellos. El camino puede ser directo o dar un rodeo.

Por ejemplo, si deseamos cambiar un círculo en un triángulo por gradación de figura, el círculo puede ser estirado y apretado hasta ser cada vez más triangular (fig. 36a) o puede ser recortado por tres lados hasta que se convierte en un triángulo (fig. 36b). Por la gradación en el plano, el círculo puede ser elevado y seguido por un triángulo que habrá de ocupar toda la subdivisión estructural cuando el círculo haya desaparecido (fig. 36c). Por la gradación espacial, el círculo puede disminuir gradualmente mientras el triángulo surge simultáneamente, primero como un punto y después como un pequeño triángulo que gradualmente se expande (fig. 36d). O el círculo puede expandirse gradualmente, más allá de los límites de la subdivisión estructural, mientras el triángulo surge (figura 36e). Podemos asimismo considerar al círculo como la base de un cono que rota hasta dar elevación frontal a un triángulo (fig. 36f).

Todos los caminos de la gradación así descritos son directos. Si se desea un camino más elaborado, el círculo puede ser primeramente sustituido por un cuadrado (u otra figura) antes de aproximarse a la figura del triángulo.

La velocidad de gradación

La cantidad de pasos requeridos para que una forma cambie de una situación a otra determina la velocidad de gradación. Cuando los pasos son pocos, la velocidad es rápida, y cuando son muchos la velocidad es lenta.

La velocidad de gradación depende de los efectos que el diseñador quiera obtener. Una gradación rápida provoca saltos visuales, mientras una gradación lenta evoluciona lenta y a veces casi imperceptiblemente. La ilusión óptica es habitualmente el resultado de la gradación lenta.

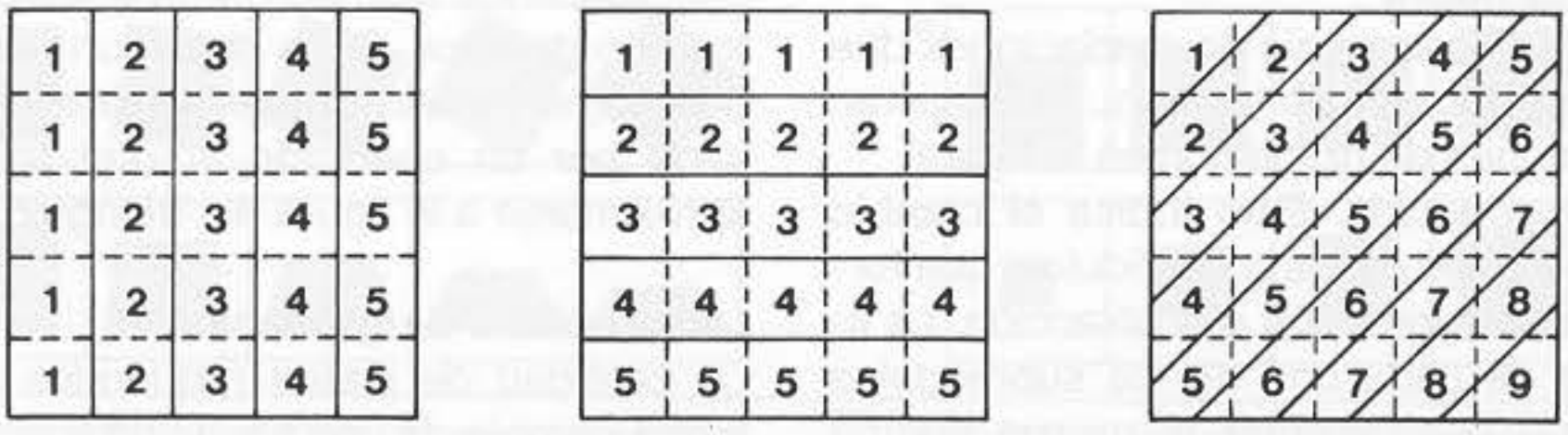
Es necesario señalar que la gradación rápida debe ser utilizada con gran cautela. Si una forma cambia con demasiada rapidez, puede no existir ya una sensación de gradación, y el resultado puede ser un grupo de formas sólo vagamente relacionadas entre sí (fig. 37). En realidad no podremos cambiar efectivamente un círculo en un triángulo con menos de cinco pasos, porque normalmente ello requiere diez pasos o más.

La gradación extremadamente lenta puede aproximarse al efecto de la repetición, pero una cuidadosa disposición del dibujo puede producir resultados muy sutiles.

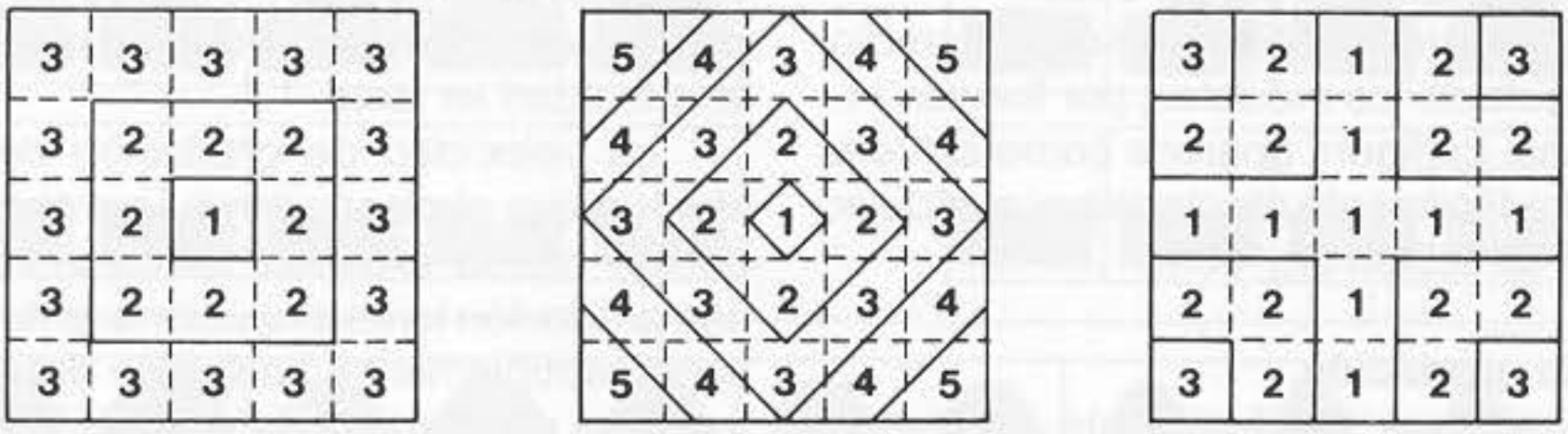
La velocidad de gradación puede ser cambiada en medio de una secuencia, o gradualmente acelerada o retardada para obtener efectos especiales (fig. 38).

Sin alterar la velocidad de la gradación, un camino indirecto de gradación consume normalmente más pasos que un camino directo.

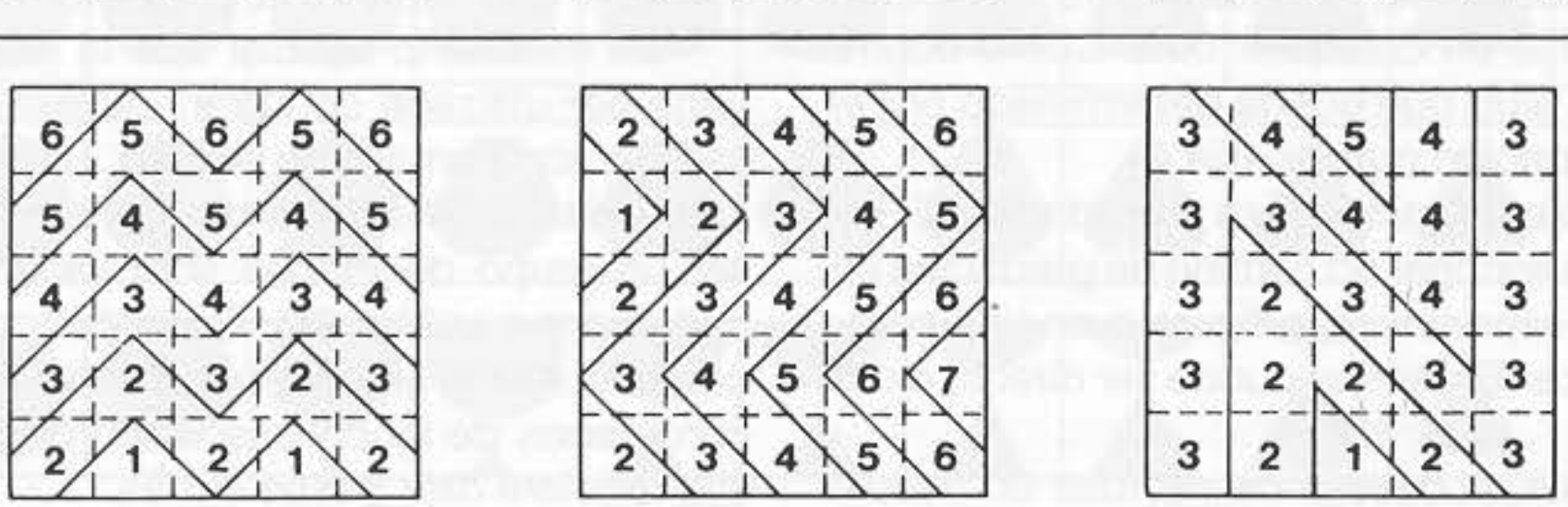
39



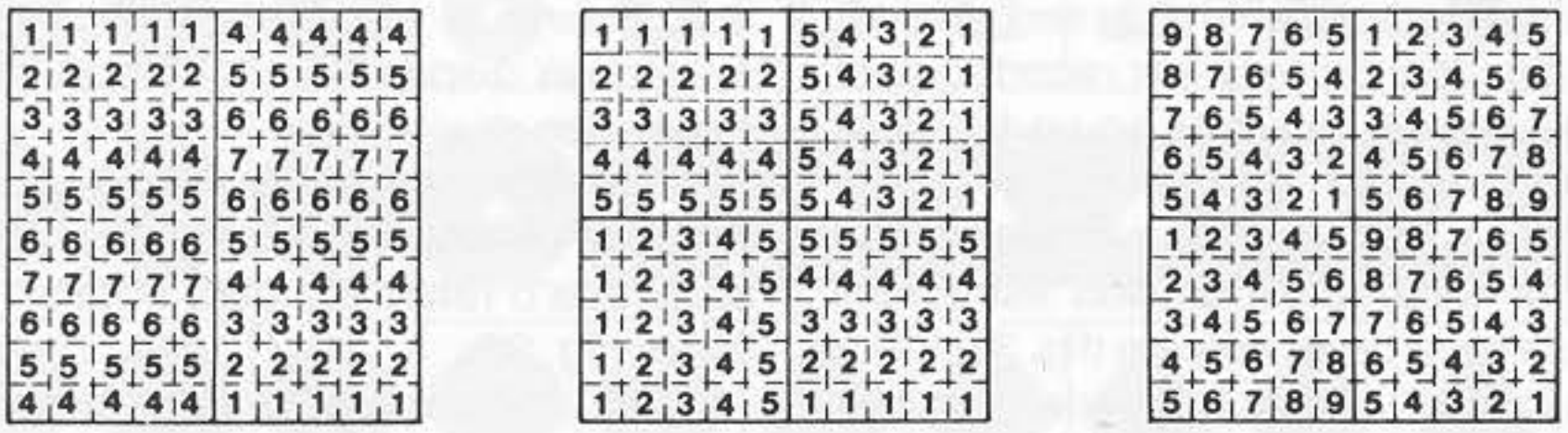
40



41



42



43

a

1	2	3	4	5
5	4	3	2	1
1	2	3	4	5
5	4	3	2	1
1	2	3	4	5

b

1	2	3	4	5
6	5	4	3	2
1	2	3	4	5
6	5	4	3	2
1	2	3	4	5

c

1	2	3	4	5
9	8	7	6	5
1	2	3	4	5
9	8	7	6	5
1	2	3	4	5

A
B
A
B
A

Modelos de gradación

En un diseño de gradación, importan dos factores para la construcción del dibujo: la serie de gradación y la dirección del movimiento.

La serie de gradación queda marcada por una situación inicial y una situación final. En algunos casos, cuando el camino de la gradación no es directo sino indirecto, deben tomarse en consideración las situaciones intermedias. La cantidad de pasos entre las situaciones inicial y final determina tanto la velocidad como el alcance en la serie de gradación.

La dirección del movimiento se refiere a las orientaciones en las situaciones inicial y final y a su interrelación. Los módulos de la situación inicial pueden ser puestos en fila y procederse a lo largo, a lo ancho o en ambos sentidos, con pasos regulares hacia la situación final. También son posibles las diagonales u otras maneras de progresión. Algunos modelos típicos de gradación son:

Movimiento paralelo. Éste es el más simple. Los módulos son transformados gradualmente en pasos paralelos. En el movimiento paralelo, la culminación es habitualmente una línea recta. (En la figura 39, nótese que los números representan a los diversos pasos de la gradación y que las líneas gruesas dividen la superficie en zonas, conteniendo cada zona a módulos en un mismo paso.)

Movimiento concéntrico. Esto supone que los módulos son transformados en capas concéntricas. Si la situación inicial está en una esquina del diseño, el modelo es entonces sólo parcialmente concéntrico. En el movimiento concéntrico, la culminación puede ser un punto, un cuadrado o una cruz (fig. 40).

Movimiento en zigzag. Esto supone que los módulos de un mismo paso se disponen en forma de zigzag y se transforman a una misma velocidad (fig. 41).

En nuestros diagramas, sólo se muestran 25 subdivisiones estructurales (cinco hileras de cinco subdivisiones cada una). Desde luego, un modelo normal de gradación es mucho mayor, y la cantidad de pasos puede ser ampliada infinitamente. Asimismo, otros modelos pequeños de gradación pueden ser repetidos y dispuestos para formar un modelo mayor. Por ejemplo, las secciones del movimiento paralelo pueden ser reunidas para formar un diseño de gradación, a la manera que se sugiere en la figura 42.

Es esencial señalar que la gradación puede avanzar desde la situación inicial a la final y luego volver a la inicial, con la inversión de los pasos, como en el ejemplo 1-2-3-4-5-4-3-2-1. La secuencia puede ser repetida una y otra vez si es necesario, con suaves transiciones. Si se desean interrupciones regulares del modelo de gradación, ésta puede avanzar desde la situación inicial a la final y luego comenzar de nuevo, como en 1-2-3-4-5-1-2-3-4-5.

La estructura de gradación

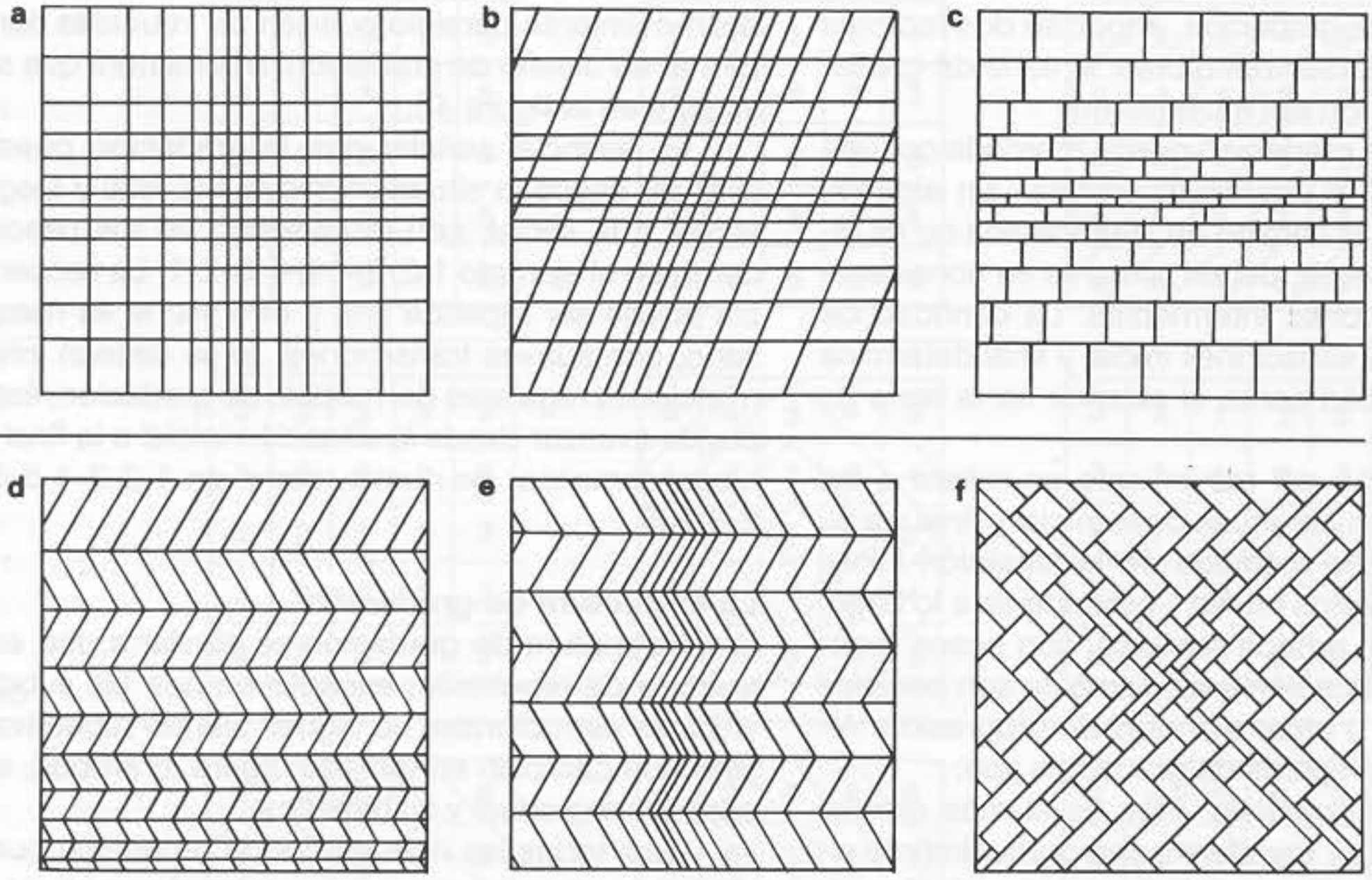
Una estructura de gradación es similar a una estructura de repetición, excepto en que las subdivisiones estructurales no siguen siendo repetitivas sino que cambian en tamaño, figura, o ambos, en secuencia gradual y sistemática.

Casi todas las estructuras de repetición pueden ser convertidas en estructuras de gradación. Examinemos tales posibilidades tal como lo hicimos al considerar las variaciones al enrejado básico en el capítulo 4:

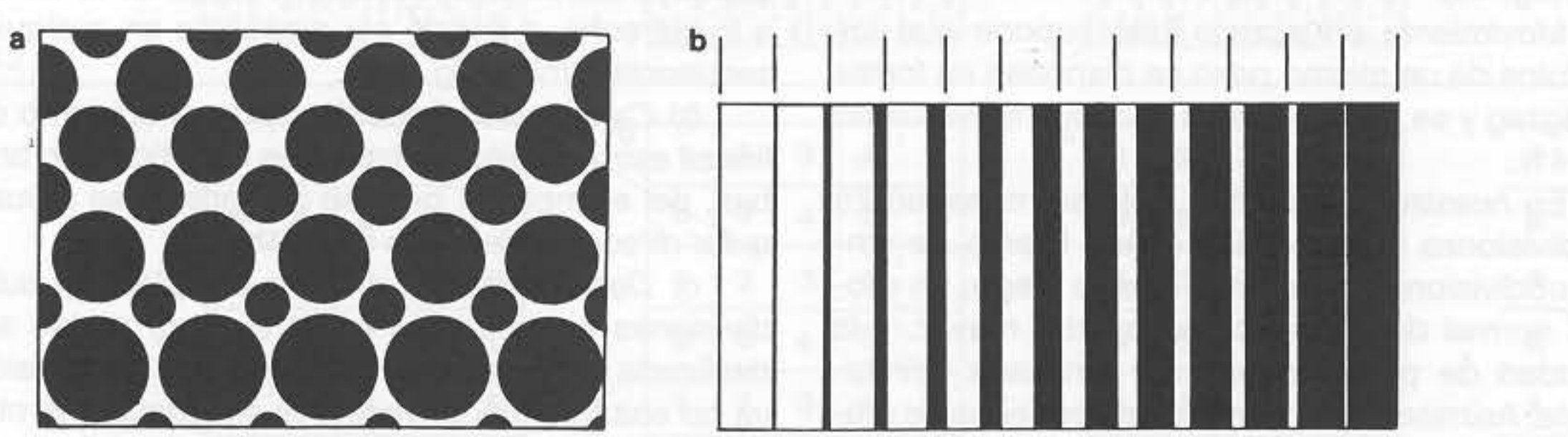
a) Cambio de tamaño y/o proporción. Las subdivisiones estructurales de un enrejado básico pueden aumentar o disminuir de tamaño (con cambio de proporción o sin él) y gradualmente de una a la siguiente. Las líneas estructurales verticales u horizontales o ambas del enrejado básico pueden ser espaciadas, con anchos gradualmente crecientes o decrecientes. La gradación puede progresar desde lo estrecho a lo ancho, y luego de lo ancho a lo estrecho, o puede ser dispuesta en cualquier secuencia rítmica (fig. 44a).

b) Cambio de dirección. Todo el conjunto de líneas estructurales horizontales o verticales o ambas, del ejemplo *a)*, pueden ser inclinadas a cualquier dirección deseada (fig. 44b).

c) Deslizamiento. La hilera completa de subdivisiones estructurales en *a)* o en *b)* puede ser deslizada regularmente, para que una subdivisión ya no sea totalmente vecina ni encimada a la otra (fig. 44c).



44



45

d) Curvatura, quebrantamiento. Todo el conjunto de líneas verticales, u horizontales, o ambas, en *a), b)* y *c)*, puede ser curvado o quebrado gradual o regularmente (fig. 44d).

e) Reflexión. Una hilera de subdivisiones estructurales que no estén en ángulo recto, como en *b)* y en *d)*, puede ser reflejada y repetida, en forma alternada o regular (fig. 44e).

f) Combinación. Las subdivisiones estructurales en *a)* o *b)* pueden ser combinadas, para formar figuras mayores o más complejas, con el efecto de gradación (fig. 44f).

g) División ulterior. Las subdivisiones estructurales en todas las estructuras de gradación pueden ser divididas en figuras más pequeñas o más complejas (fig. 44g).

h) El enrejado triangular. El enrejado triangular de una estructura de repetición puede ser transformado en una estructura de gradación, variando gradualmente el tamaño y la figura de los triángulos (fig. 44h).

i) El enrejado hexagonal. El enrejado hexagonal de una estructura de repetición puede ser transformado en una estructura de gradación, variando gradualmente el tamaño y la figura de los hexágonos (fig. 44i).

Gradación alternada

La gradación alternada aporta una complejidad poco habitual en un diseño de gradación. Significa que módulos o subdivisiones estructurales gradualmente cambiantes, que proceden de direcciones opuestas, son entretejidos entre sí. El modo más simple de conseguir la gradación alternada es dividir la estructura (sean las filas horizontales o verticales) en filas impares y pares, determinando que las filas impares observen una disciplina diferente a las pares.

Para ilustrar esto, veamos la figura 43, en la que la A representa a las filas impares y B a las pares. Para tener una gradación alternada de los módulos, podemos disponer que los módulos de las filas A se transformen de izquierda a derecha, y los de las B en forma opuesta (fig. 43a y también fig. 17c, que es un diseño terminado). Sin embargo, no es necesario que los pasos de la gradación en las filas A y B sean los mismos. Se sugieren variaciones sobre esto en las figuras 43b y c. Manipulando el grado, velocidad y dirección de la gradación podemos obtener tipos casi ilimitados de variación. Los módulos, si no son usados en gradación para ambas filas A y B, pueden ser usados en gradación en un conjunto de filas y repetidamente (en una repetición simple o alternada) en el otro conjunto.

Si los módulos están en gradación de tamaño, el espacio que queda por los módulos que disminuyen puede ser utilizado para la colocación de un conjunto de módulos en gradación inversa. Aquí los módulos originales pueden ocupar la porción central de las subdivisiones estructurales, en tanto un nuevo conjunto de módulos puede ocupar las intersecciones de las líneas estructurales (fig. 45a).

En una estructura de gradación, la gradación alternada puede obtenerse si las filas A disminuyen de manera gradual, mientras las filas B gradualmente se expanden, en forma simultánea y en la misma dirección. Esto se ilustra en la figura 45b, donde las bandas negras representan a las filas A y las bandas negras a las filas B. La ilustración puede parecer muy complicada, pero el método de construcción puede ser muy simple. El ancho conjunto de cada par de filas A y B debe permanecer constante (o en muy lenta gradación). Así, primeramente podemos dividir todo el ancho del diseño en filas combinadas de A más B, y después podemos dividir cada una de esas filas combinadas en una fila A y una fila B, procurando cuidadosamente que la A se amplíe, paso a paso, desde una fila combinada a la siguiente. Como el ancho de la fila combinada es constante, si A se expande, B se contrae automáticamente.

Relación de módulos y estructuras en un diseño de gradación

Un diseño de gradación puede ser obtenido de una de las maneras siguientes: módulos de gradación en una estructura de repetición, módulos repetidos en una estructura de gradación; y módulos de gradación en una estructura de gradación.

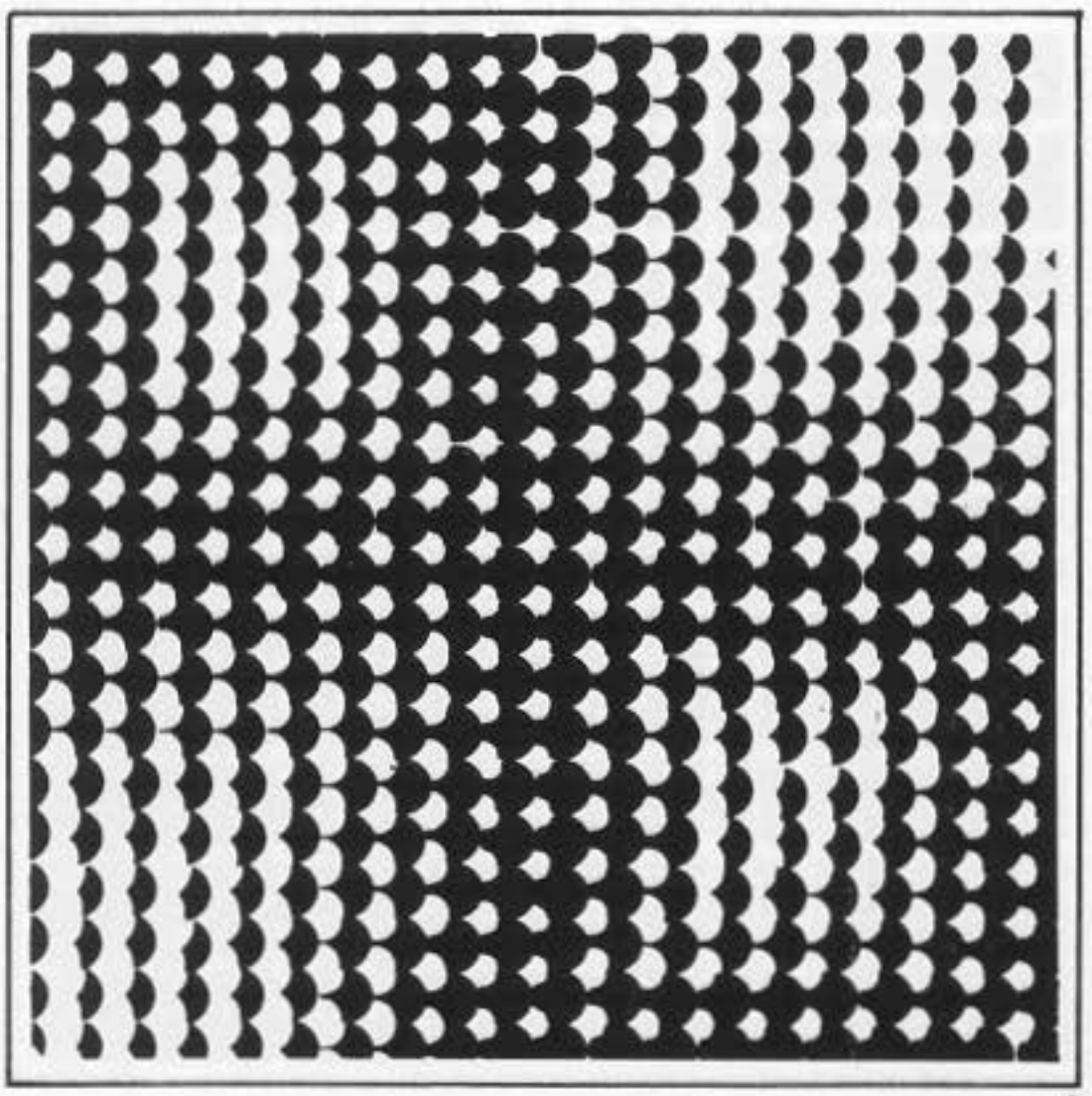
Debe hacerse notar que los módulos o la estructura o ambos pueden estar en gradación. Una estructura de repetición es lo bastante flexible como para contener casi todos los tipos de módulos de gradación, mientras una estructura de gradación puede tener muchas restricciones.

En una estructura de gradación, las subdivisiones estructurales pueden variar desde las muy grandes a las muy pequeñas, desde las muy estrechas a las muy anchas. Cambian tanto en figura como en tamaño, haciendo difícil la ubicación de módulos más complejos.

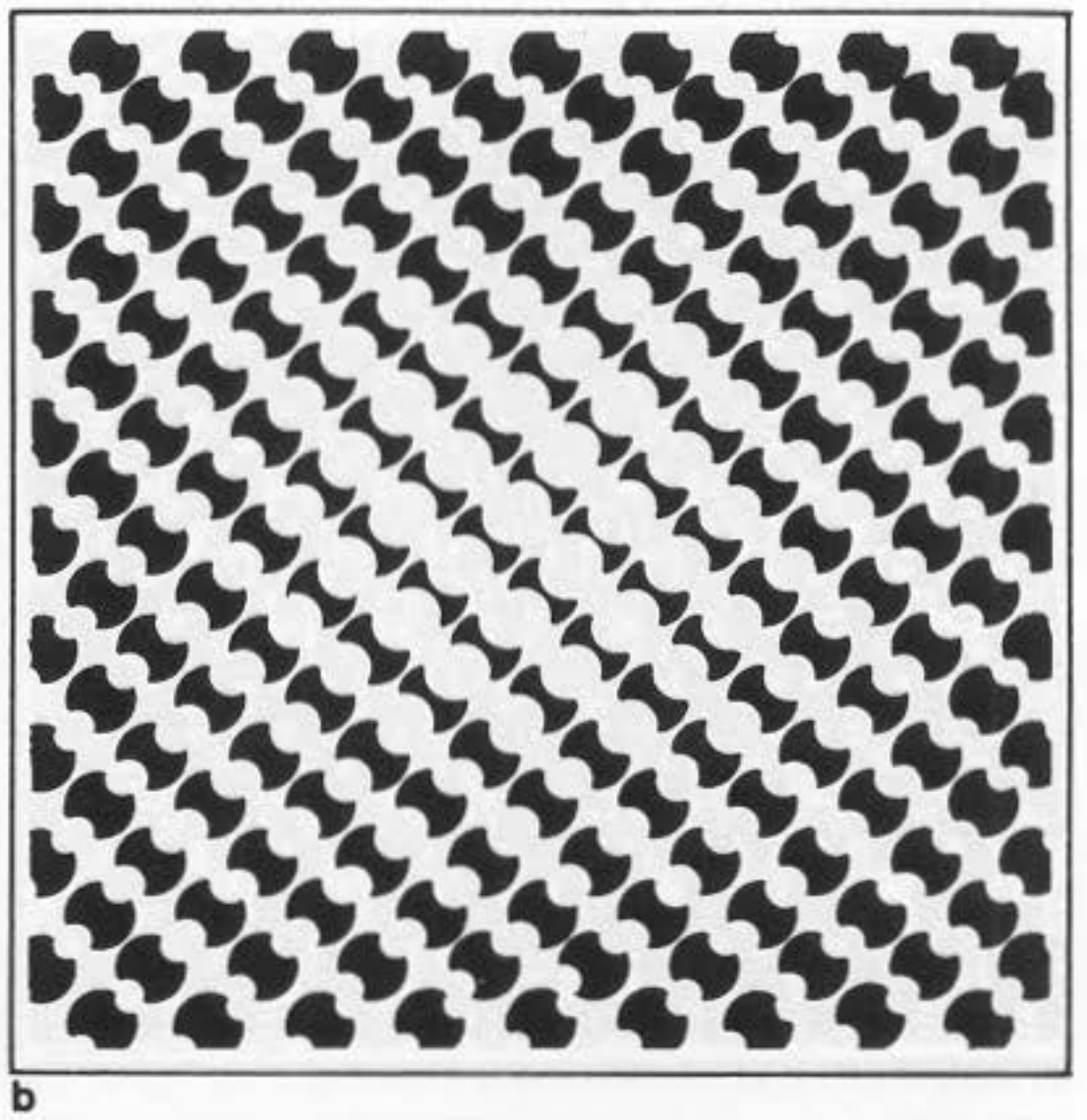
Notas sobre los ejercicios

Las figuras 46a, b, c y d ejemplifican el uso de módulos en gradación (en este caso círculos) en una estructura de repetición. Compárense esos ejemplos con las figuras 17d y f, que incluyen círculos repetidos en una estructura de gradación. Las figuras 47a hasta 47h ejemplifican el uso de módulos de gradación (en este caso un alfabeto estilizado) en una estructura de gradación. Mientras el segundo problema supone una nueva apertura, el primero está estrechamente ligado con todos los problemas de los capítulos precedentes, en los que el círculo ha sido un motivo reiterado.

46



a

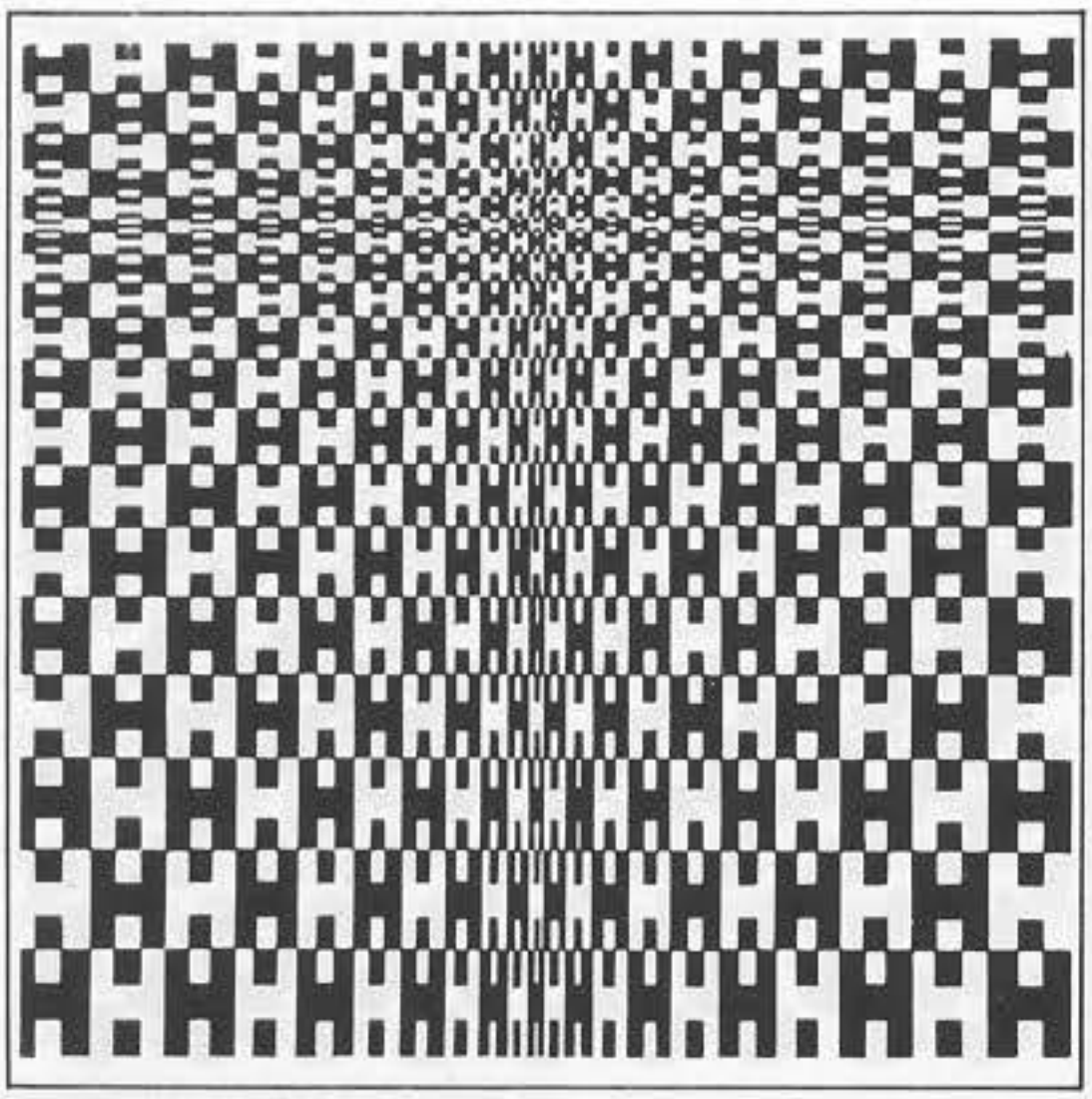


b

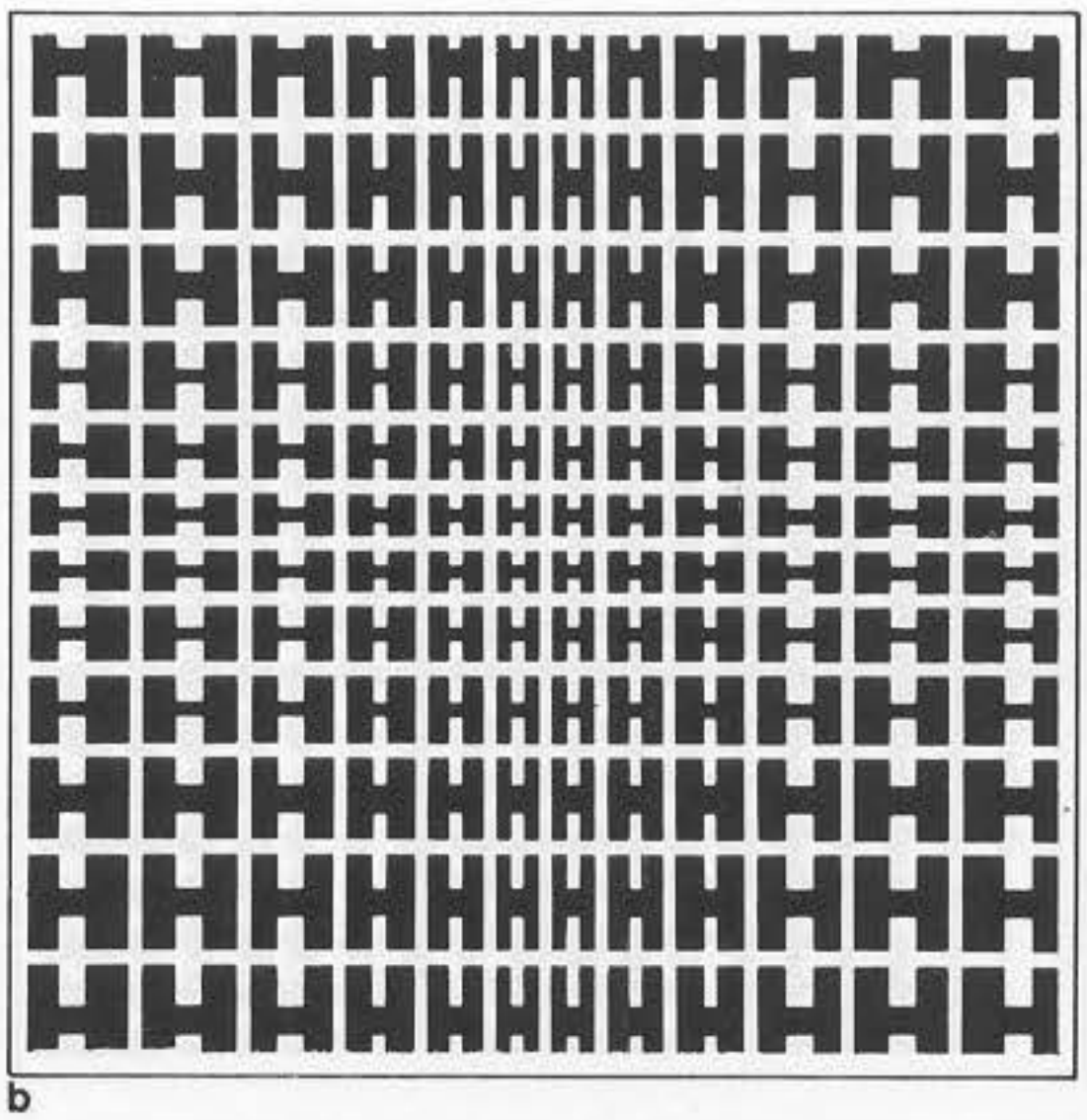
c

d

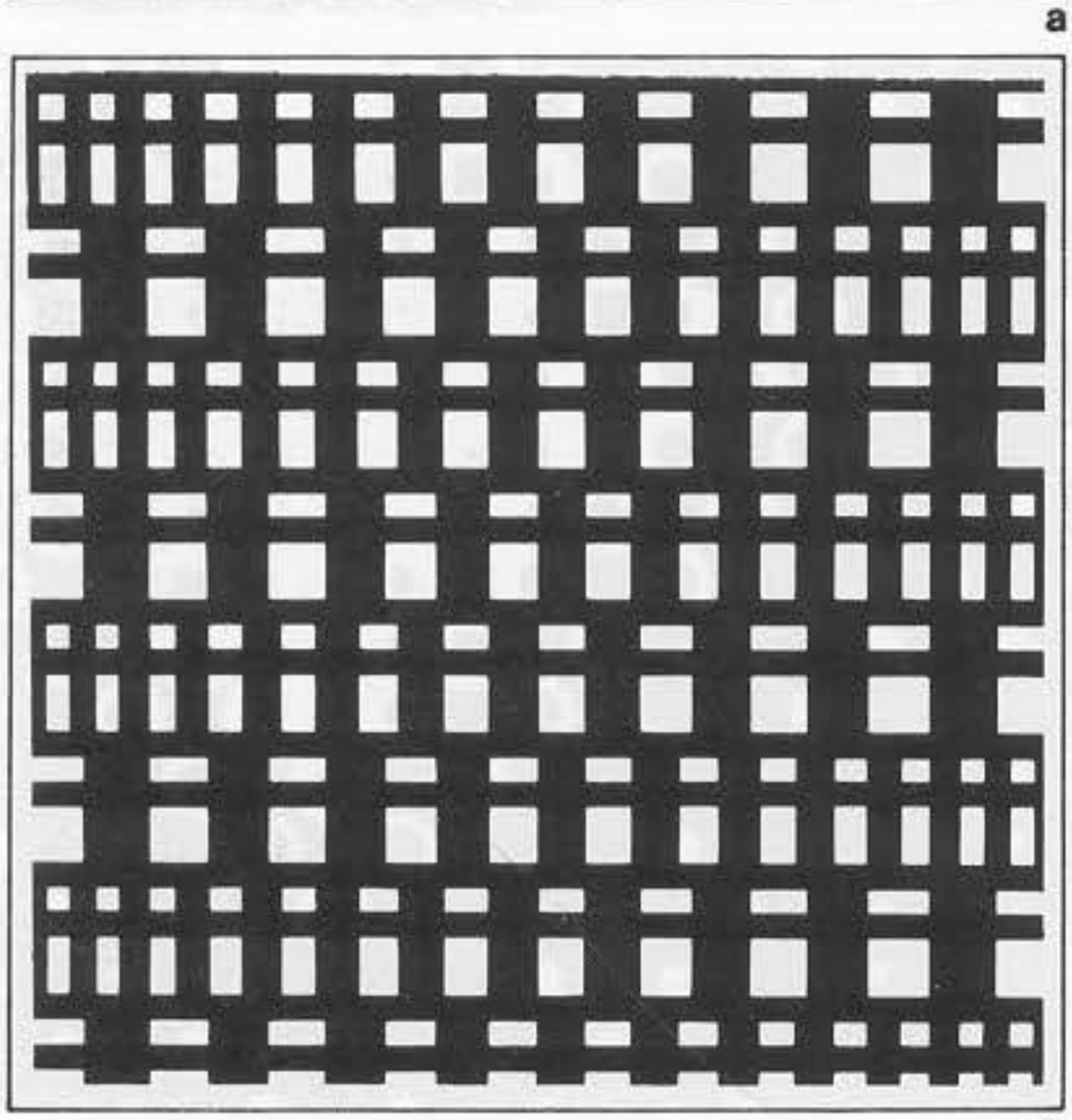
47



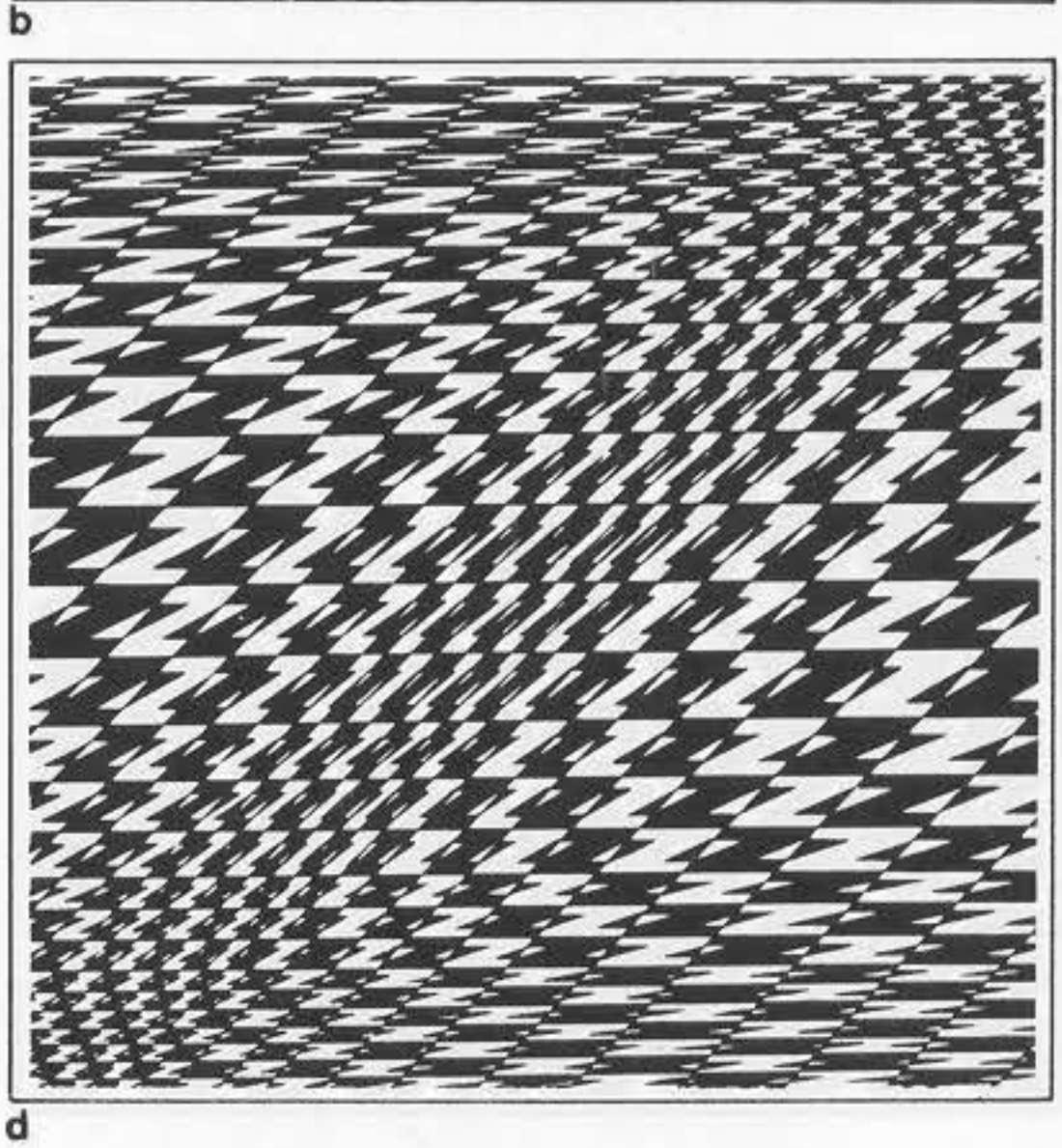
a



b

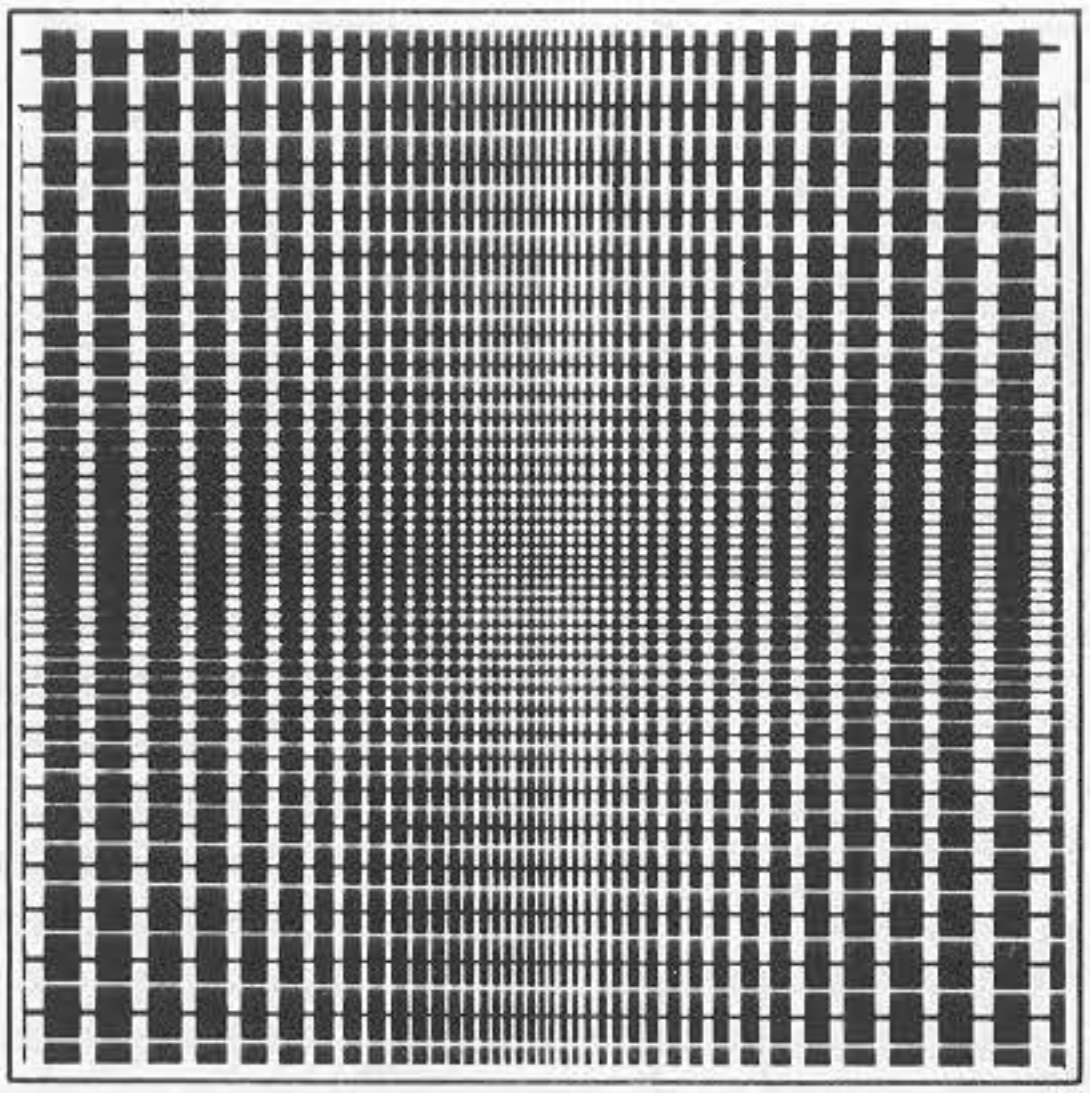


c

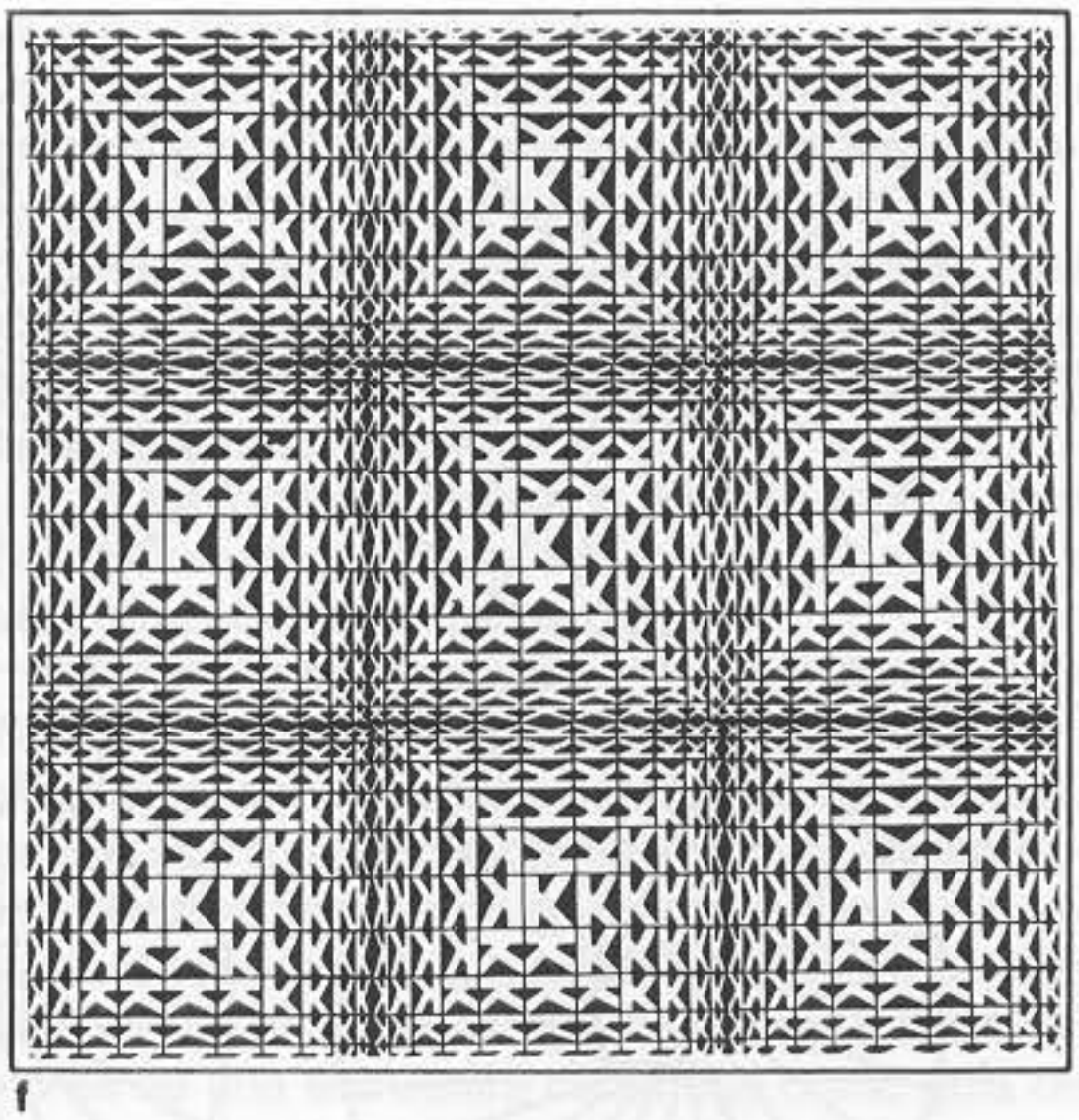


d

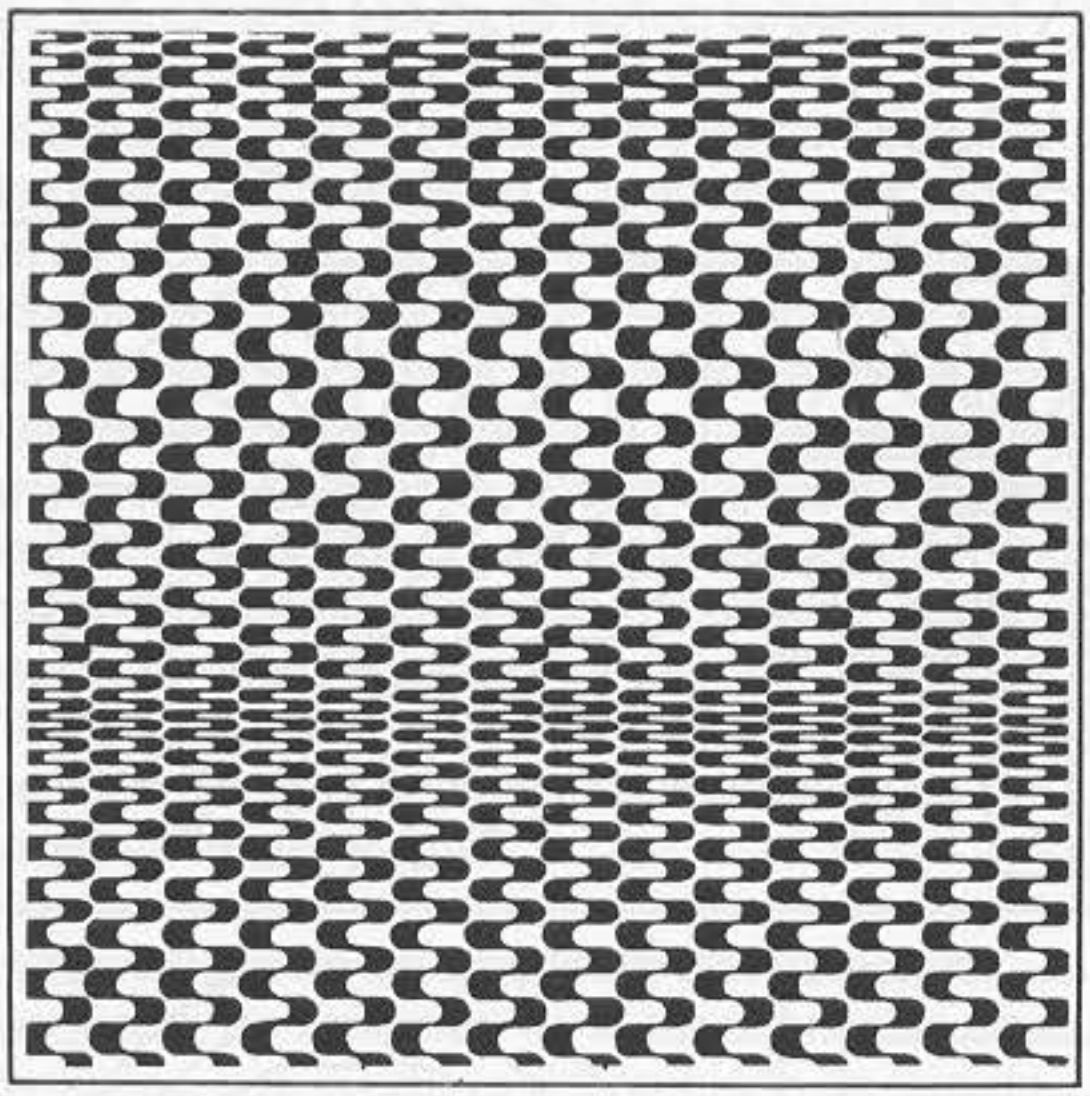
47



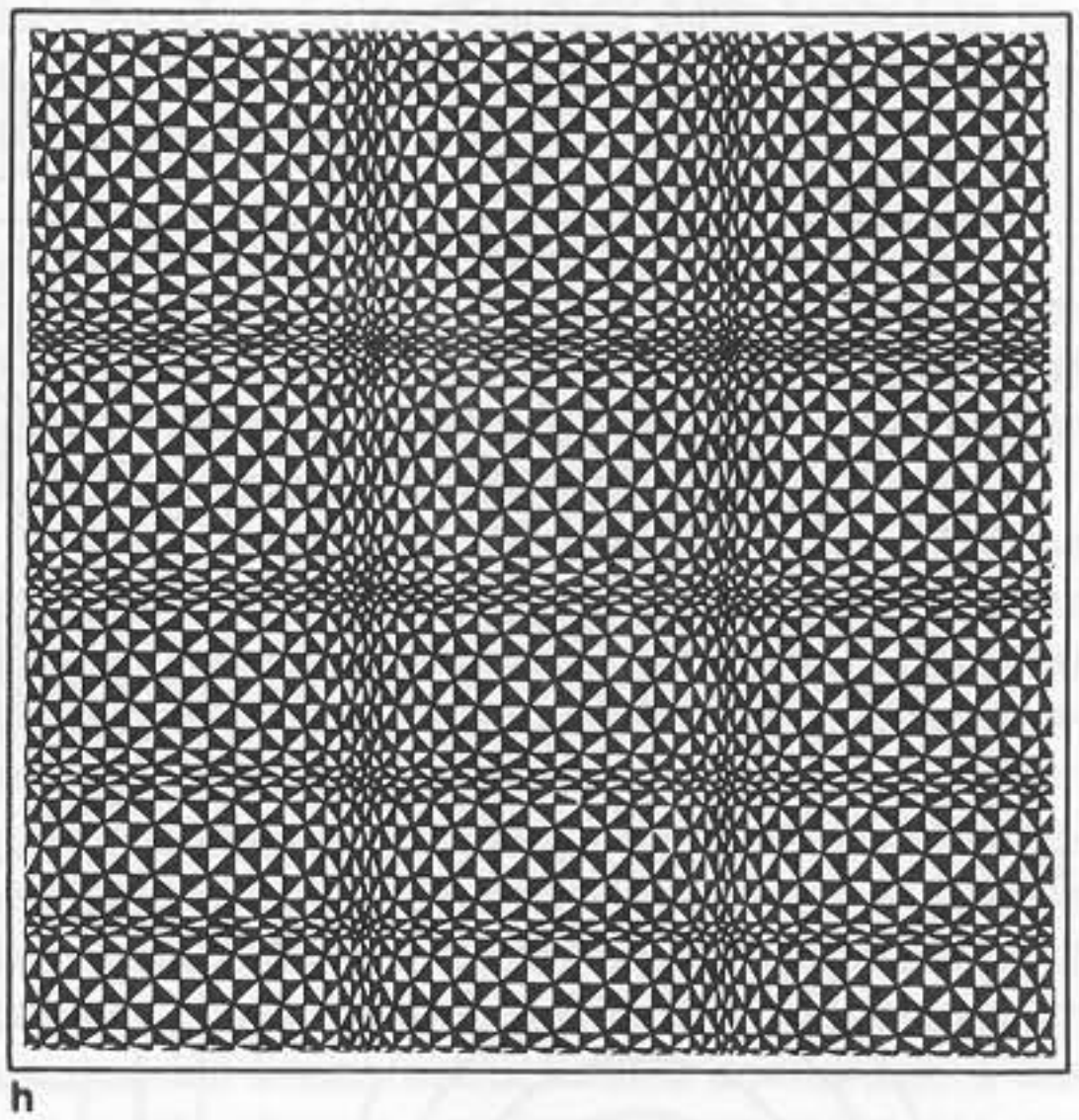
e



f

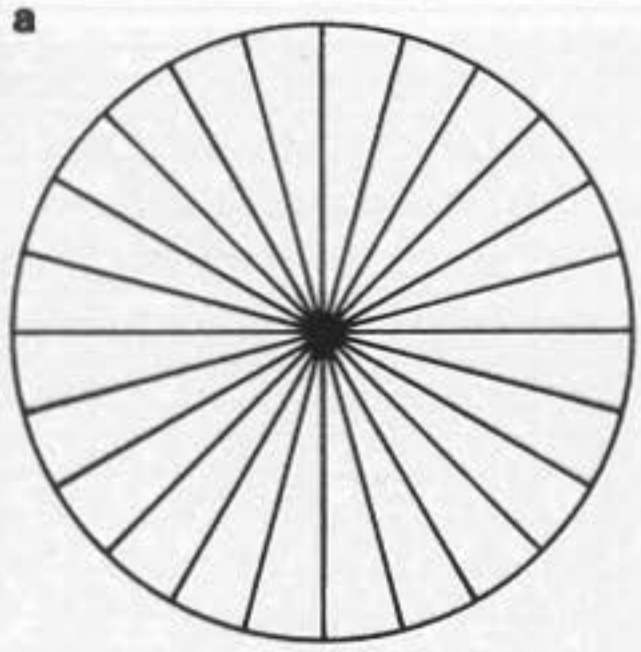


g

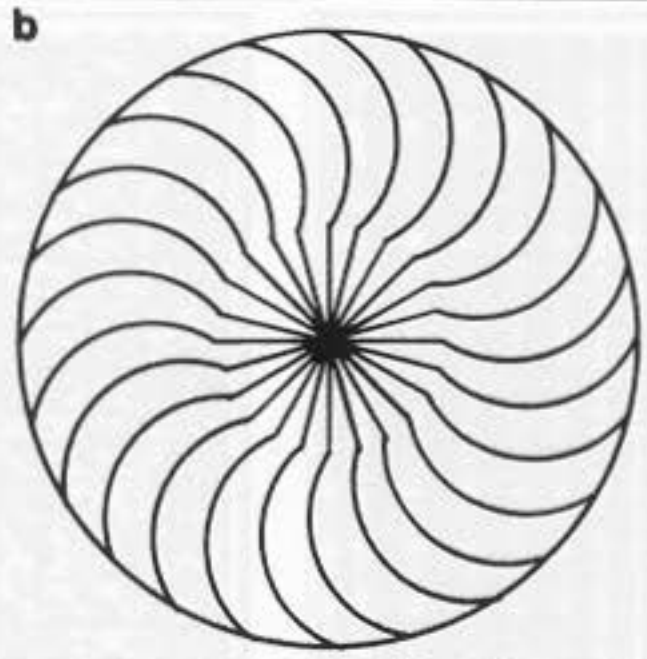


h

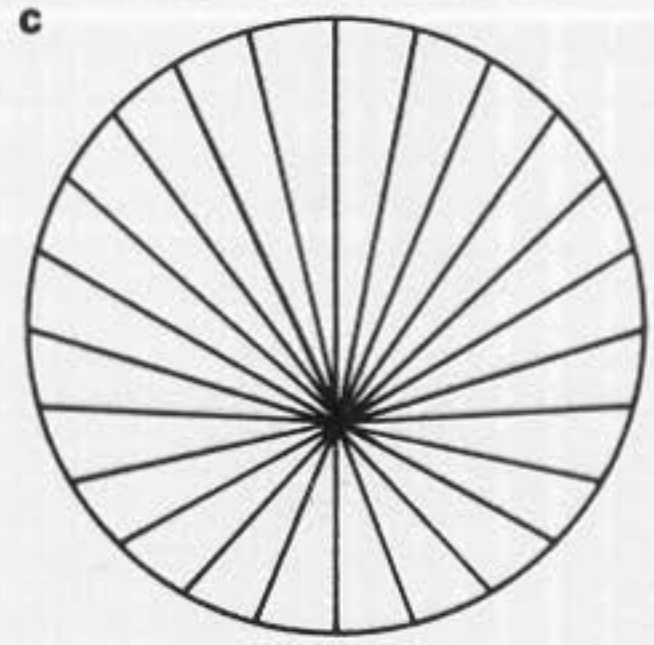
a



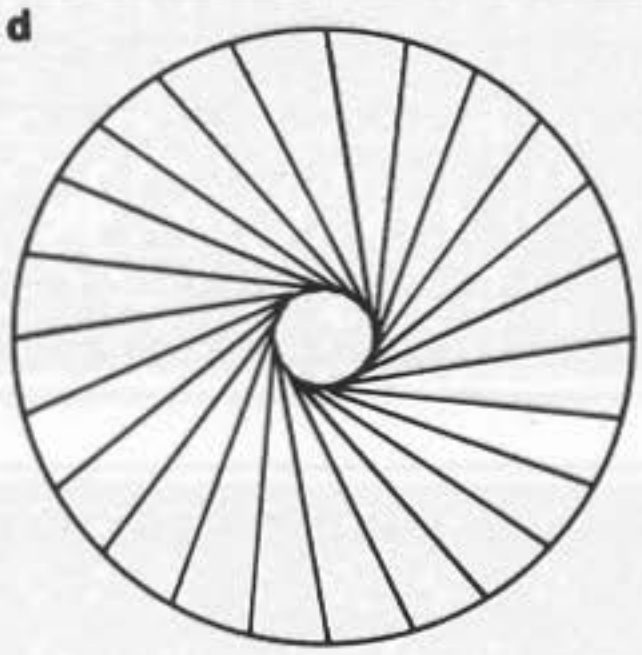
b



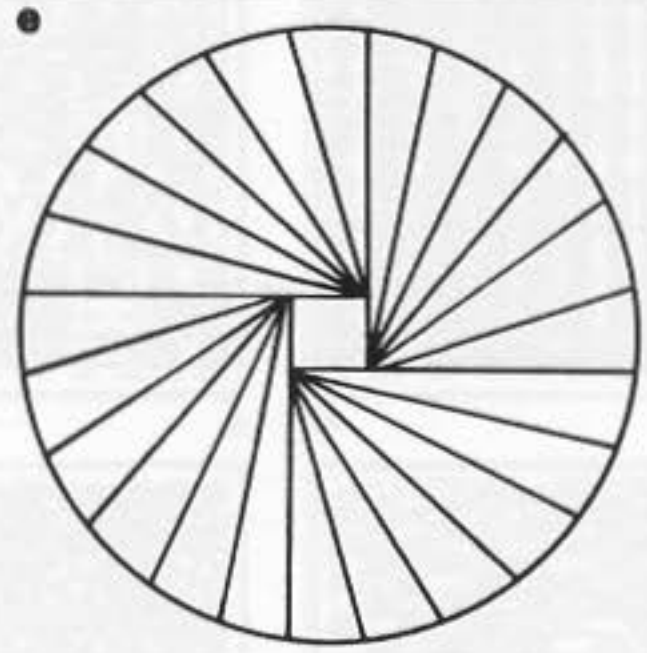
c



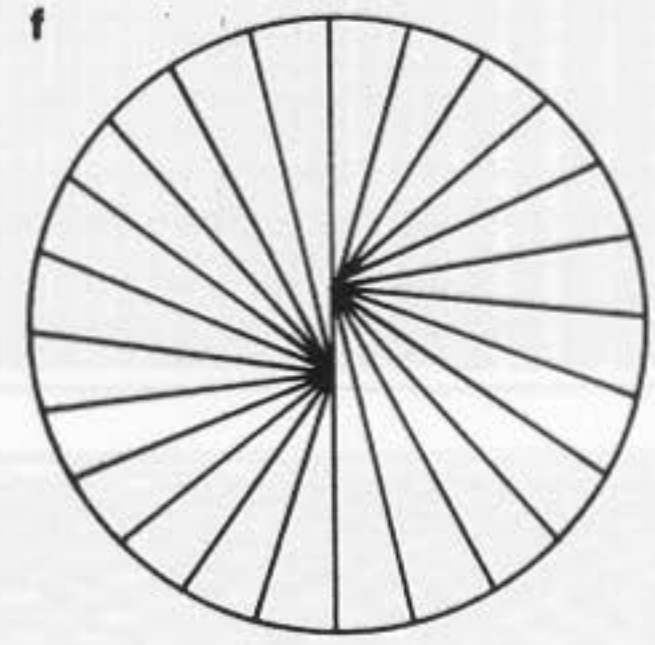
d



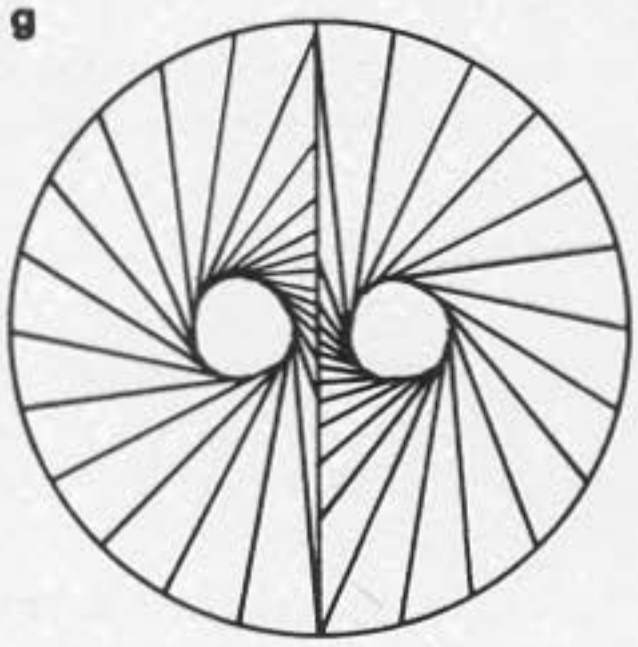
e



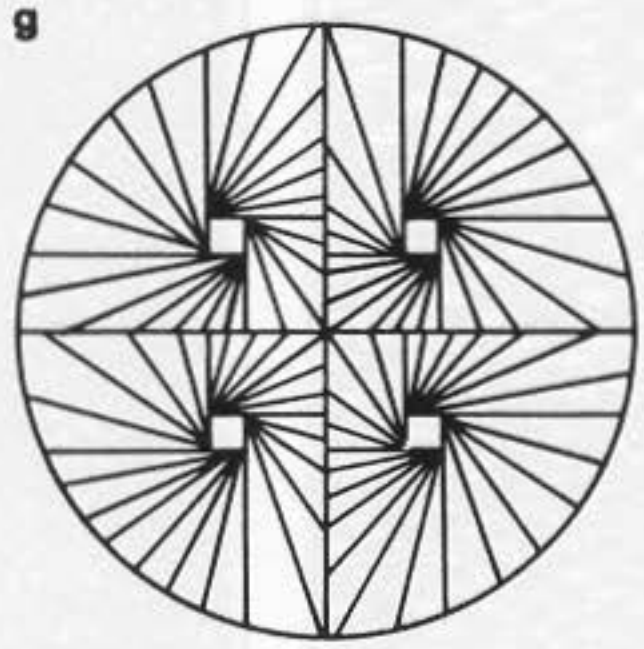
f



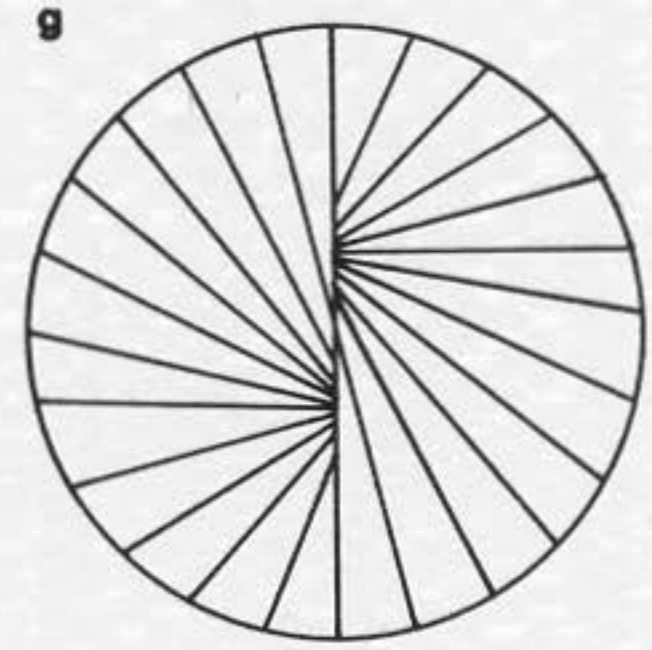
g



g

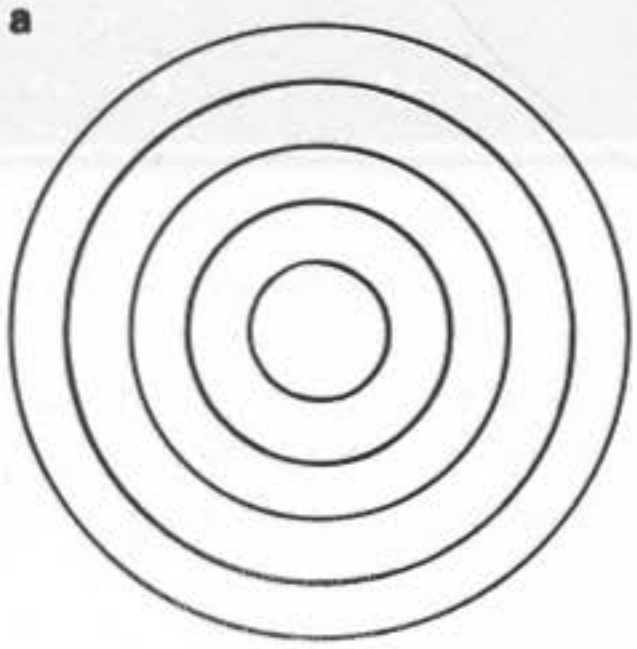


g

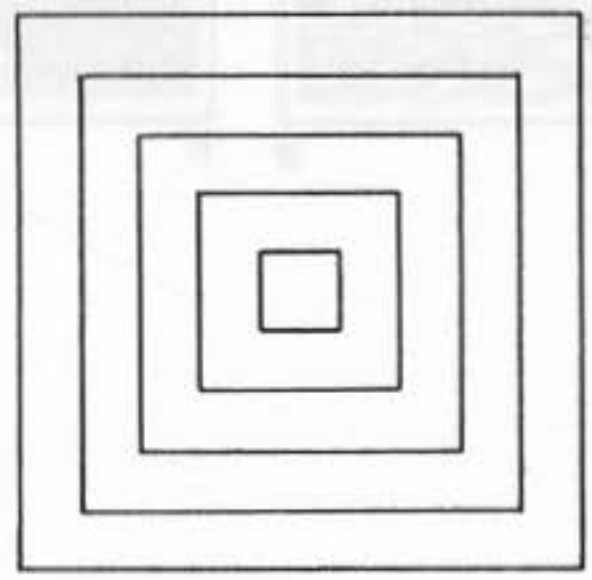


48

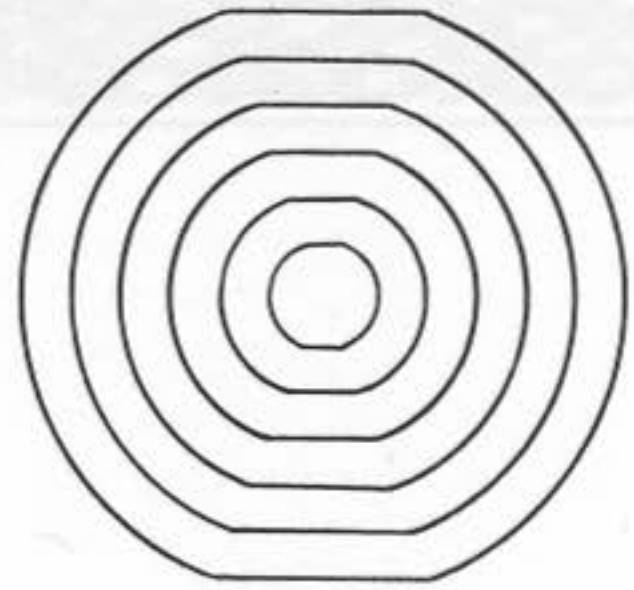
a



b



b



49

7. Radiación

La radiación puede ser descrita como un caso especial de la repetición. Los módulos repetidos o las subdivisiones estructurales que giran regularmente alrededor de un centro común producen un efecto de radiación.

La radiación es un fenómeno común en la naturaleza. Si se observa a las flores que se abren podrán advertirse efectos de radiación en la disposición de los pétalos. Tirar una piedra sobre aguas calmas genera ondas concéntricas, lo que también sugiere una suerte de radiación. En un sentido abstracto, el sol irradia sus rayos de luz; también lo hacen la mayoría de los objetos luminosos.

La radiación puede tener el efecto de vibración óptica que encontramos en la gradación. La repetición de módulos o de subdivisiones estructurales alrededor de un centro común debe atravesar una gradación de direcciones. Por tanto, la radiación puede ser también denominada un caso especial de gradación. A veces la diferencia entre un esquema de gradación y un esquema de radiación es bastante indefinida, como ocurre cuando la culminación de una gradación se localiza en el centro.

Un esquema de radiación atrae de inmediato la atención. Es muy útil cuando se requiera un diseño vigoroso y atrayente.

Características de un esquema de radiación

Un esquema de radiación tiene las siguientes características, que ayudan a diferenciarlo de otro de repetición o de gradación:

a) Es generalmente multisimétrico;

b) Posee un vigoroso punto focal, habitualmente situado en el centro del diseño;

c) Puede generar energía óptica y movimiento, desde o hacia el centro.

La estructura de radiación

Una estructura de radiación se compone de dos factores importantes, cuyo juego recíproco establece sus variaciones y su complejidad:

Centro de radiación. Éste marca el punto focal en cuyo derredor se sitúan los módulos. Debe anotarse que el centro de la radiación no es siempre el centro físico del diseño.

Direcciones de radiación. Esto se refiere a las direcciones de las líneas estructurales tanto como a las direcciones de los módulos.

Para mayor comodidad, pueden distinguirse tres clases principales de estructura de radiación: centrífuga, concéntrica y centrípeta. En realidad, las tres son muy dependientes entre sí. La estructura de radiación centrífuga puede requerir una estructura concéntrica que colabore en la disposición de sus módulos. La centrípeta necesita habitualmente de una estructura centrífuga como guía de construcción. La concéntrica debe tener una estructura centrífuga para determinar sus subdivisiones estructurales.

La estructura centrífuga

Ésta es la clase más común de estructura de radiación. En ella, las líneas estructurales se irradian regularmente desde el centro o desde sus cercanías hacia todas las direcciones.

a) La estructura centrífuga básica. Ésta se compone de líneas estructurales rectas, que se irradian desde el centro del esquema. Todos los ángulos formados en el centro por las líneas estructurales deben ser iguales (fig. 48a).

b) Curvatura o quebrantamiento de líneas estructurales. Las líneas estructurales de *a)* pueden ser regularmente curvadas o quebradas como se desee. Cuando son quebradas, las posiciones en las que las líneas estructurales comienzan a dar una vuelta abrupta quedan determinadas por una figura (habitualmente un círculo, cuyo centro coincide con el del esquema de radiación) que es superpuesta a las líneas estructurales (fig. 48b).

c) Centro en posición excéntrica. El centro de radiación es a menudo también el centro físico del

diseño, pero puede ser colocado en posición excéntrica, hasta el borde o aun más allá (fig. 48c).

d) Apertura del centro de radiación. El centro de radiación puede ser abierto para formar un agujero redondo, ovalado, triangular, cuadrado o poligonal. En este caso, las líneas estructurales no se irradian desde el centro del agujero sino que corren como tangentes al agujero circular o como prolongaciones de los lados del triángulo, cuadrado o polígono central (fig. 48d).

e) Centros múltiples, abriendo el centro de radiación. Después que el centro de radiación ha sido abierto, y aparecen allí un triángulo equilátero, un cuadrado o un polígono, cada vértice de ese triángulo, cuadrado o polígono puede convertirse en un centro de radiación. El diseño queda dividido en seis sectores, cada uno de ellos con su propio centro de radiación desde el cual surgen las líneas estructurales (fig. 48e).

f) Centros múltiples, dividiendo y deslizando el centro de radiación. Un centro de radiación puede ser dividido en dos, haciendo que una mitad irradie desde una posición excéntrica y la otra mitad desde otra posición excéntrica, manteniendo a ambos centros en una línea recta que pasa a través del centro físico del diseño. Pueden ser creados más centros de una manera similar (fig. 48f).

g) Centros múltiples o centros múltiples ocultos, combinando sectores de estructuras de radiación excéntrica. Dos o más secciones de estructuras de radiación excéntrica pueden ser organizadas y combinadas para formar una nueva estructura de radiación. El resultado es una radiación de múltiples centros, sean éstos visibles u ocultos (fig. 48g).

La estructura concéntrica

En una estructura concéntrica, en lugar de irradiar desde el centro, como en la estructura centrífuga, las líneas estructurales rodean al centro en capas regulares.

a) La estructura concéntrica básica. Ésta se compone de capas de círculos espaciados igualmente, que encierran al centro del diseño, el cual es también el centro de todos los círculos (fig. 49a).

b) Enderezamiento, curvatura o quebrantamiento de las líneas estructurales. Las líneas estructurales de *a)* pueden ser enderezadas, curvadas o quebradas en forma regular y como se desee. En realidad, cualquier figura simple puede ser dispuesta en capas concéntricas (fig. 49b).

c) Traslado de los centros. En lugar de poseer un centro común, los círculos pueden trasladar sus centros a lo largo de una línea, la que puede ser recta, curvada, quebrada y posiblemente formar un círculo, triángulo, cuadrado u otra figura deseada. Habitualmente derivan movimientos de remolino (fig. 49c).

d) La espiral. Una espiral perfectamente geométrica es muy difícil de construir. Sin embargo, una espiral menos perfecta y todavía regular puede ser obtenida mediante la disección de la estructura concéntrica básica y la nueva colocación de los sectores. El traslado de los centros y el ajuste del radio de los círculos puede producir también una espiral. Un esquema de espiral genera una vigorosa fuerza centrífuga, así que está a mitad de camino entre una estructura centrífuga y una concéntrica (fig. 49d).

e) Centros múltiples. Escogiendo una sección o un sector de una estructura concéntrica y repitiéndolo luego, puede construirse, a veces con necesarios ajustes, una estructura concéntrica con centros múltiples (fig. 49e).

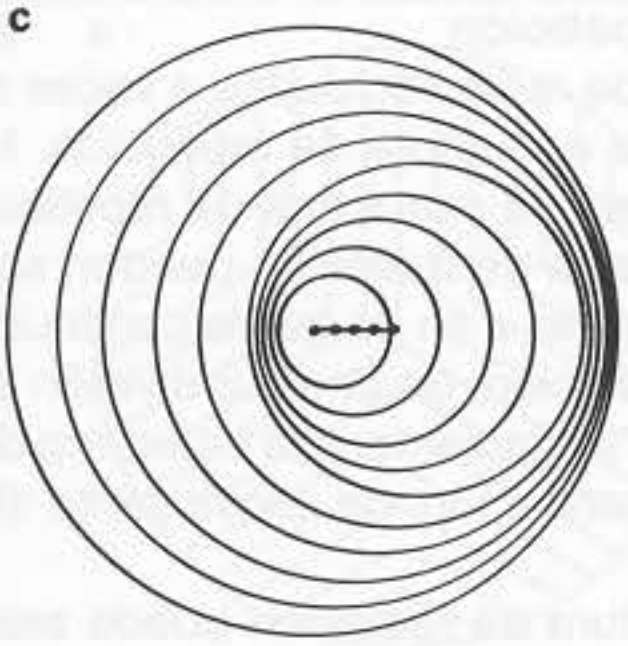
f) Centros distorsionados, ocultos o ambas cosas. Éstos pueden ser creados de la misma manera descrita en *e)*, pero en lugar de crear centros múltiples, el diseño puede contener un centro distorsionado, o varios centros ocultos (fig. 49f).

g) Rotación gradual de capas concéntricas. Si las capas concéntricas no son círculos perfectos sino cuadrados, polígonos o figuras irregulares, pueden ser rotados gradualmente (fig. 49g).

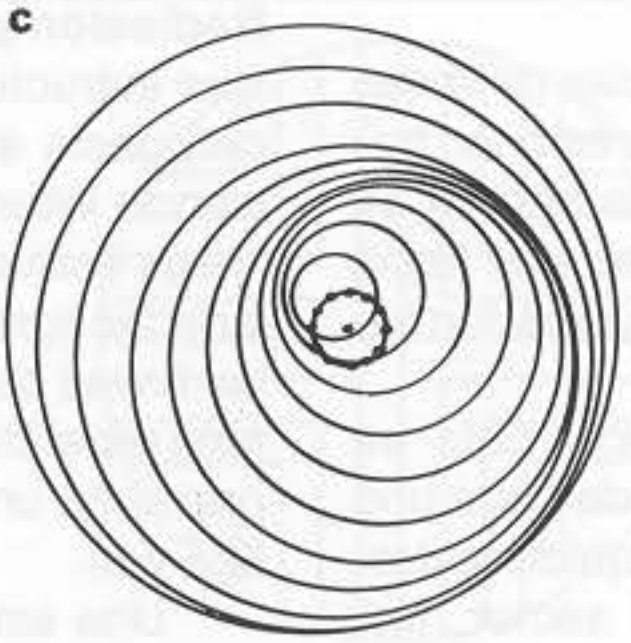
h) Capas concéntricas con radiaciones centrífugas. Se pueden construir radiaciones centrífugas dentro de cada capa concéntrica (fig. 49h).

i) Capas concéntricas reorganizadas. Las capas concéntricas pueden ser reorganizadas para que algunas de las líneas estructurales puedan ser dobladas y unidas con otras líneas estructurales, lo que deriva en esquemas entretejidos, con uno o más centros (fig. 49i).

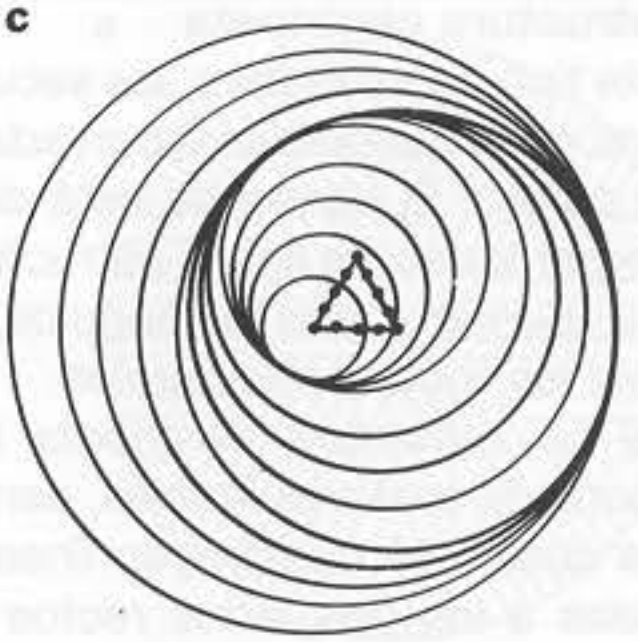
c



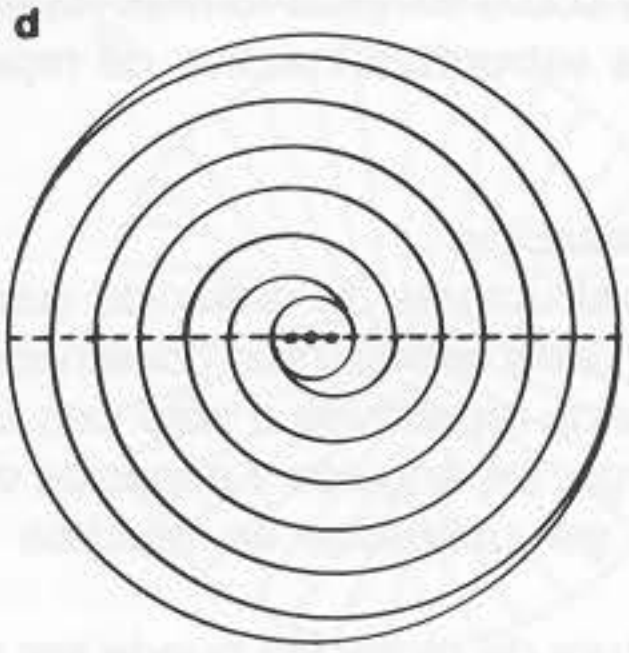
c



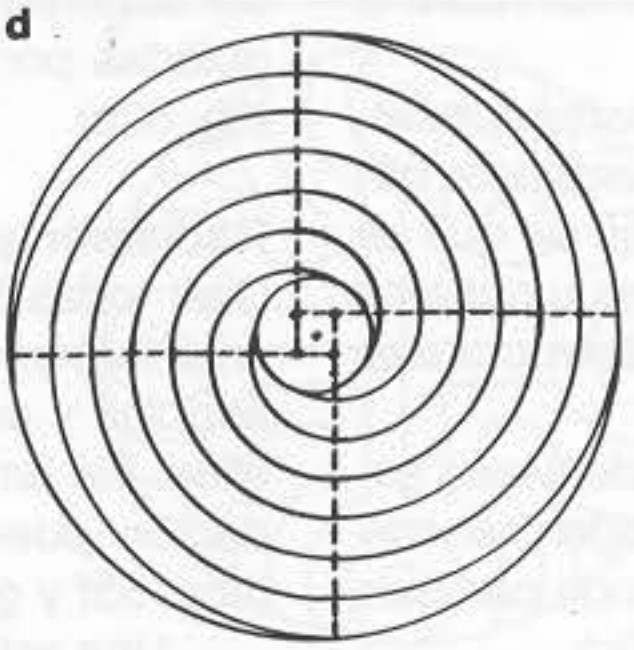
c



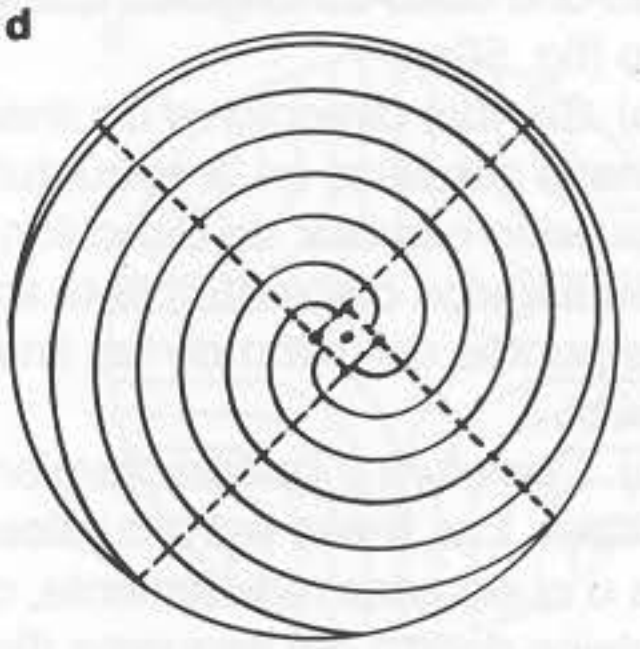
d



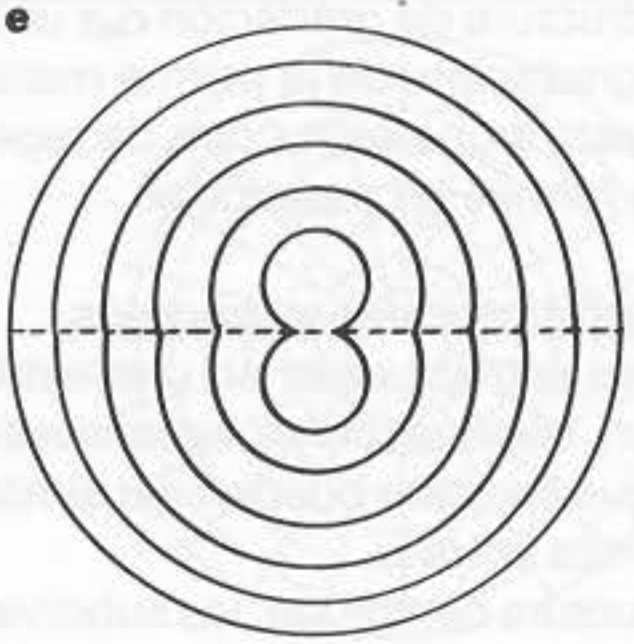
d



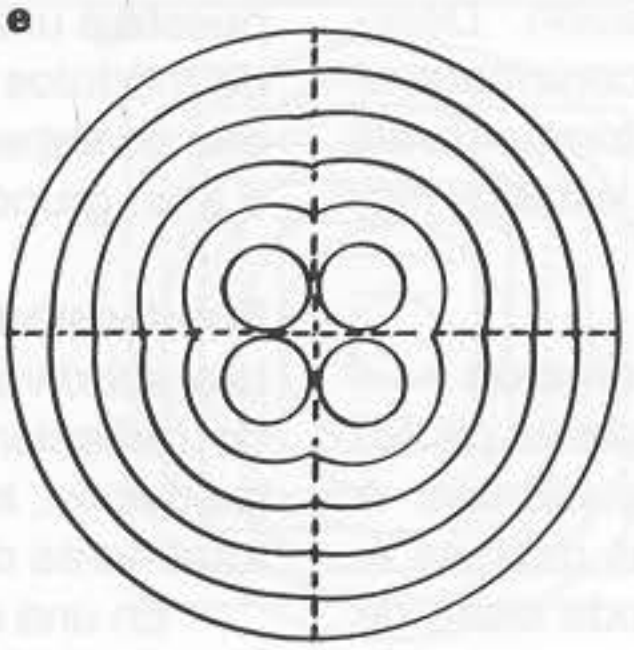
d



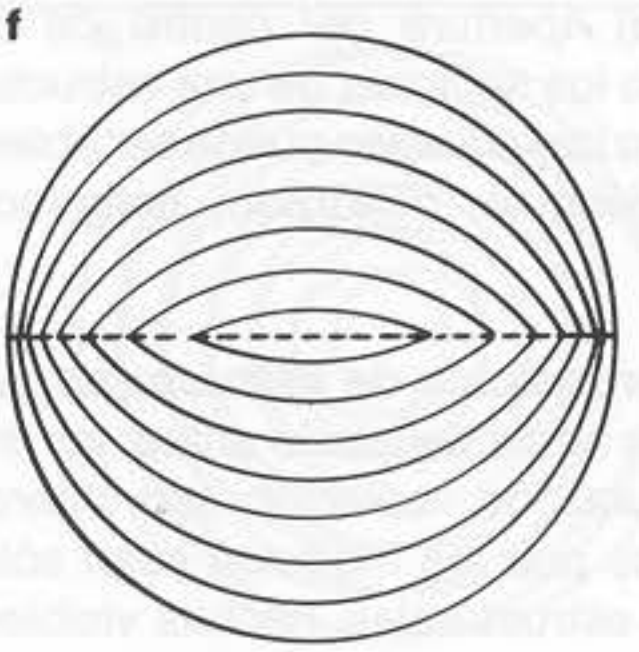
e



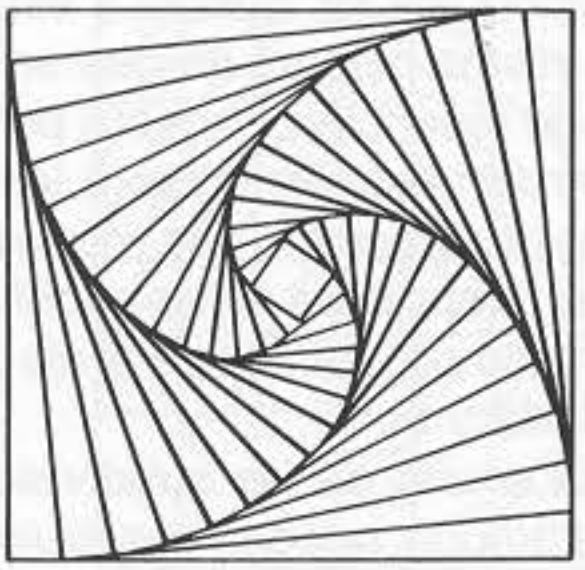
e



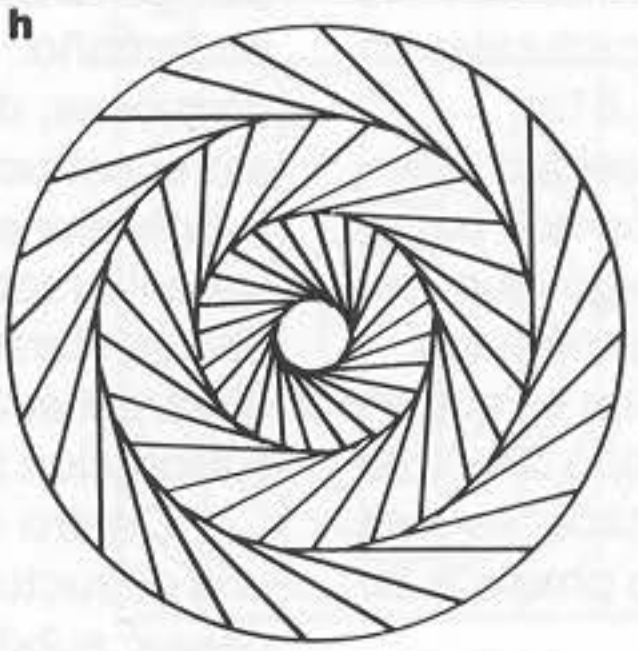
f



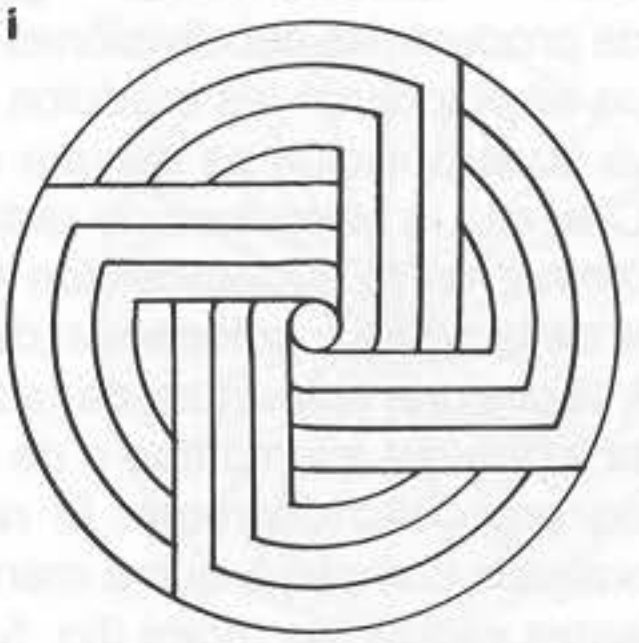
g



h



i



La estructura centrípeta

En este tipo de estructura, las secuencias de líneas estructurales quebradas o curvadas presionan hacia el centro. El centro no está donde habrán de converger todas las líneas estructurales sino hacia donde apuntan todos los ángulos y curvas formados por las líneas estructurales.

a) La estructura centrípeta básica. Ésta se compone de sectores iguales, dentro de cada uno de los cuales se construyen líneas equidistantes, paralelas a los dos lados rectos del sector, formando una serie de ángulos que apuntan hacia el centro (fig. 50a).

b) Cambio direccional de líneas estructurales. Las líneas paralelas en la estructura centrípeta básica pueden cambiar de dirección, a fin de que se formen ángulos crecientemente agudos u obtusos en los puntos de unión de las líneas estructurales (fig. 50b).

c) Curvatura y quebrantamiento de líneas estructurales. Las líneas estructurales pueden ser curvadas o quebradas regularmente, creando cambios complejos dentro del esquema (fig. 50c).

d) Apertura del centro de radiación. Deslizando los sectores de una estructura centrípeta, el centro de radiación puede ser abierto, formando allí un triángulo, cuadrado, polígono o estrella (fig. 50d).

Superposición de estructuras de radiación

Como se ha señalado antes, las tres clases de estructuras de radiación son interdependientes. A menos que los módulos sean sólo las mismas líneas estructurales, hechas visibles, toda clase de estructura de radiación requiere generalmente otra, a fin de producir las subdivisiones estructurales en las que se colocarán los módulos (fig. 51a).

La superposición es así una necesidad práctica. Cuál sea la estructura de radiación que habrá de dominar en la superposición es algo que depende de la figura y colocación de los módulos.

A veces una estructura de radiación es superpuesta a otra del mismo tipo o de un tipo diferente con un propósito diferente. El resultado es una composición compleja, que a menudo produce interesantes esquemas moiré (fig. 51b).

Radiación y repetición

Una estructura de radiación puede a veces ser superpuesta a una estructura de repetición. Manteniendo incambiada la estructura de repetición, las líneas estructurales de radiación pueden ser trasladadas ligeramente, a fin de que la continuidad de las líneas de radiación, de una subdivisión estructural repetitiva a la siguiente, sea interrumpida para provocar una sensación de movimiento (figuras 52a y b).

Una estructura de radiación puede asimismo ser superpuesta sobre simples formas repetitivas, guiadas por una estructura inactiva de repetición (fig. 52c).

Radiación y gradación

Casi todas las estructuras de radiación ilustradas anteriormente en este capítulo son construidas con ángulos y espacios repetitivos o sólo con uno de ellos. Sin embargo, los ángulos y espacios de gradación pueden ser utilizados en muchos casos (figs. 55f y g).

Una estructura de radiación puede ser superpuesta a una estructura de gradación o a un grupo de módulos en gradación, de la misma manera en que es superpuesta a una estructura de repetición o a un grupo de formas en repetición.

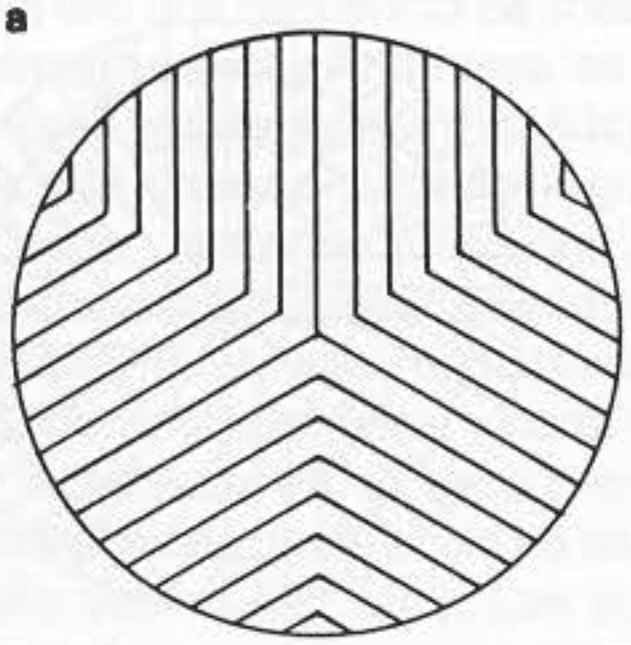
Subdivisiones estructurales y módulos

Las subdivisiones estructurales en una estructura de radiación son habitualmente repetitivas o de gradación, aunque también pueden ser similares o totalmente distintas entre sí.

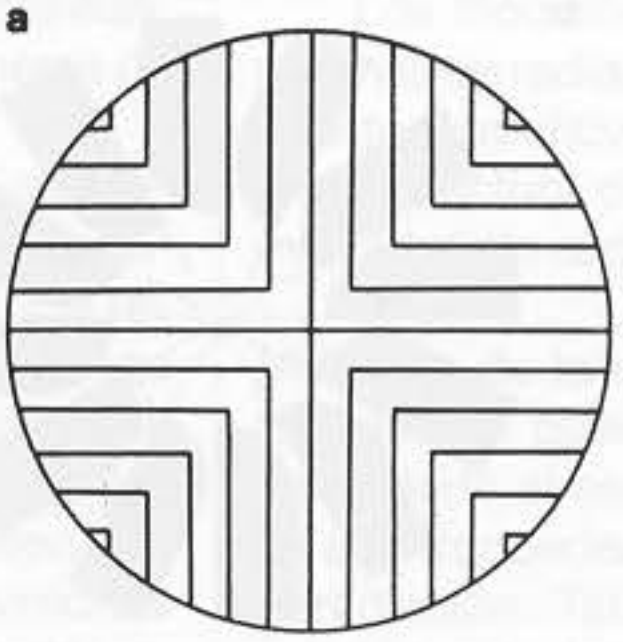
En una estructura centrífuga, las subdivisiones son generalmente repetitivas tanto en figura como en tamaño. Los módulos se ajustan a estas subdivisiones, de la misma manera en que se ajustan a una estructura de repetición, excepto porque las subdivisiones normalmente arrastran a los módulos en su rotación de dirección. Los módulos pueden ajustarse a las direcciones de las subdivisiones o mantener un ángulo constante con el eje de cada subdivisión (figs. 53a y b).

Dentro de cada una de las subdivisiones en una estructura centrífuga, pueden construirse, si se desea, subdivisiones más elaboradas. Puede em-

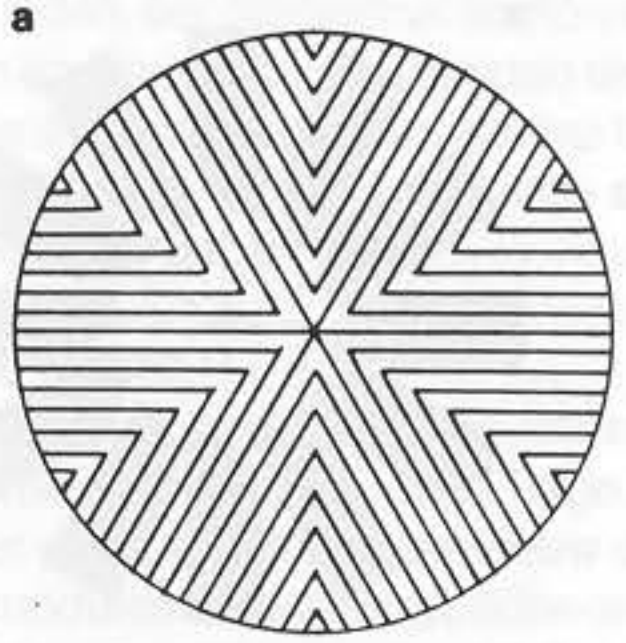
50 a



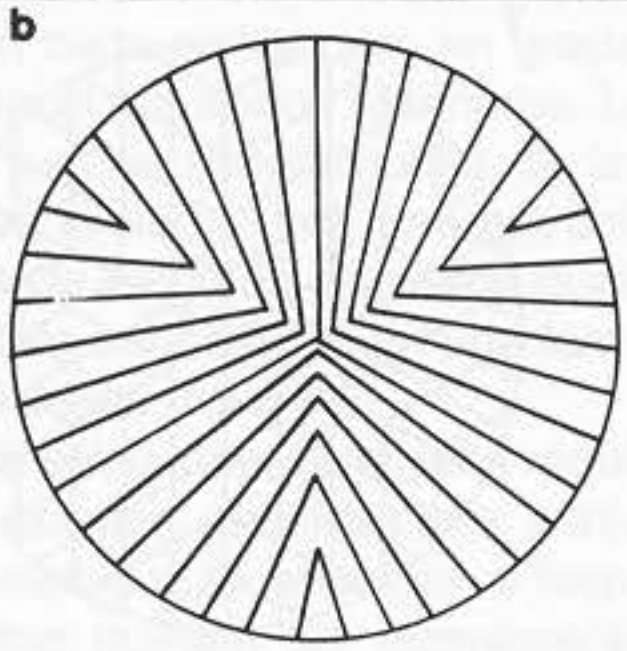
a



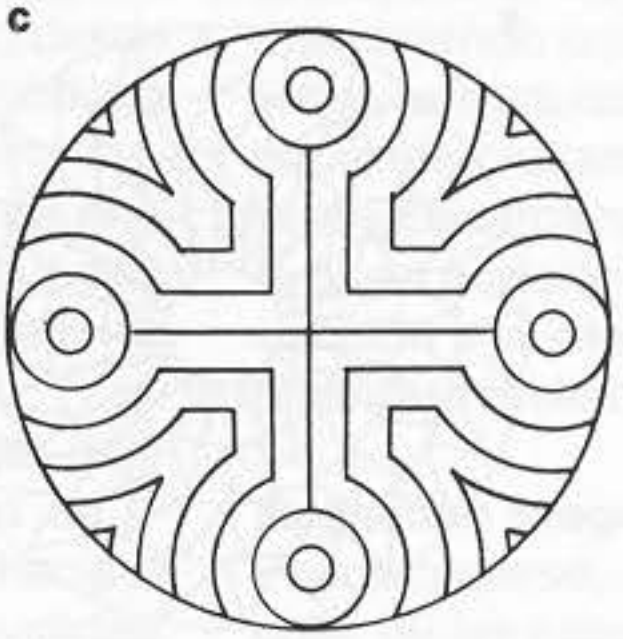
a



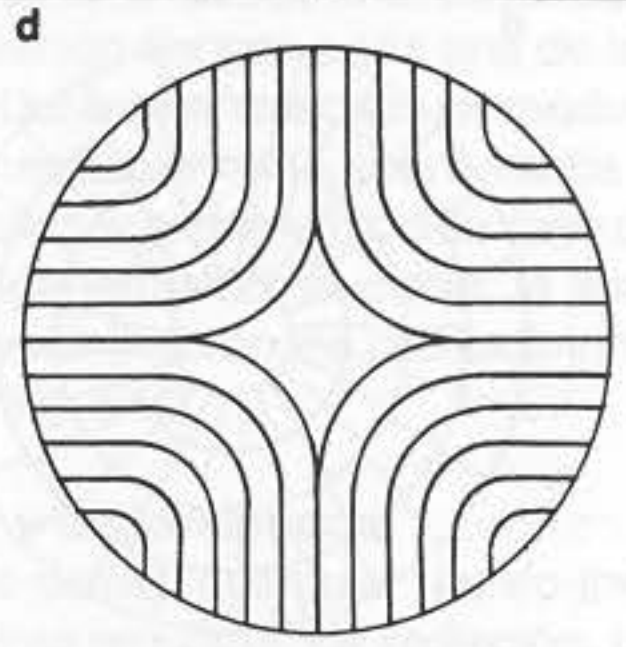
b



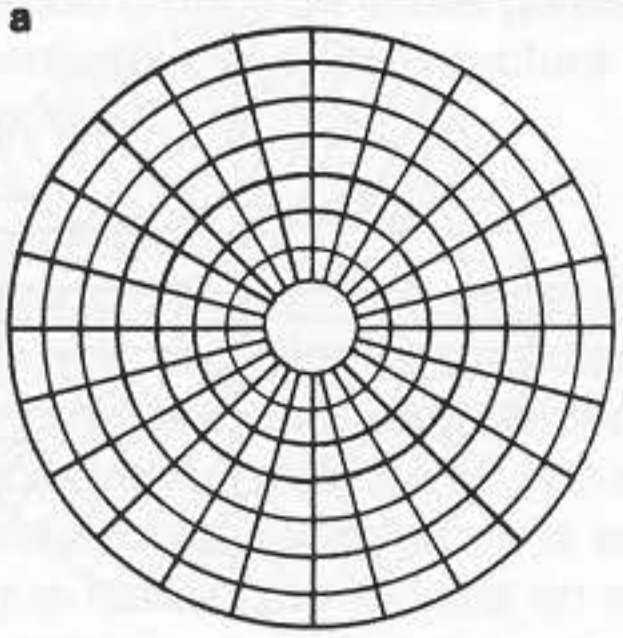
c



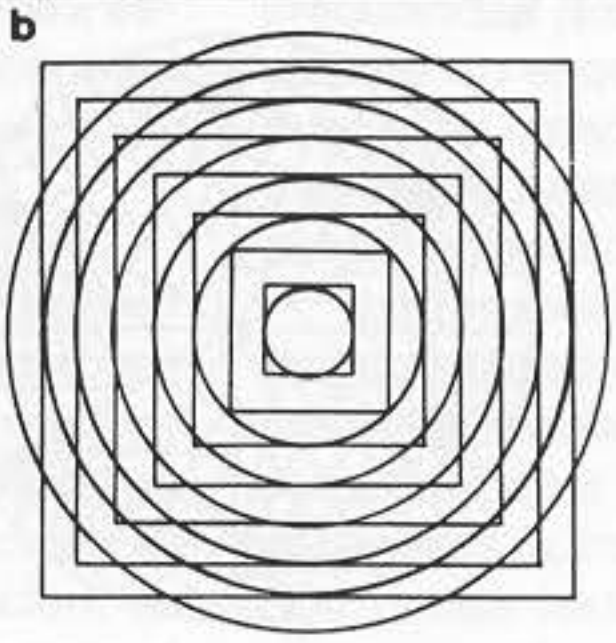
d



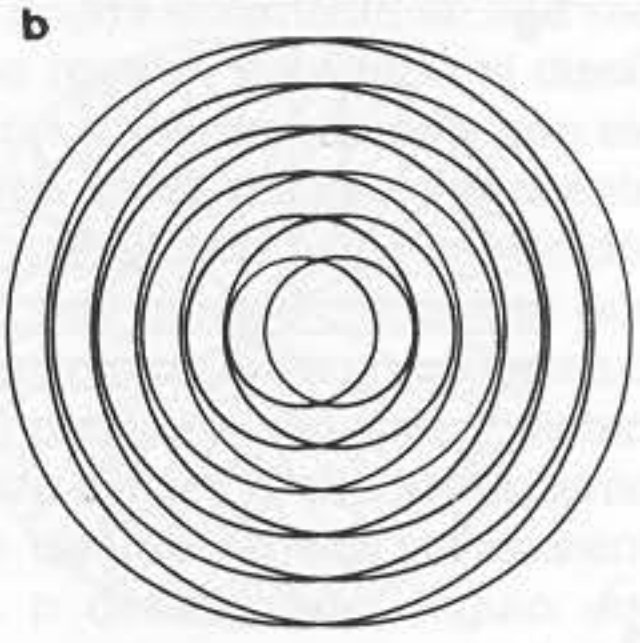
51 a



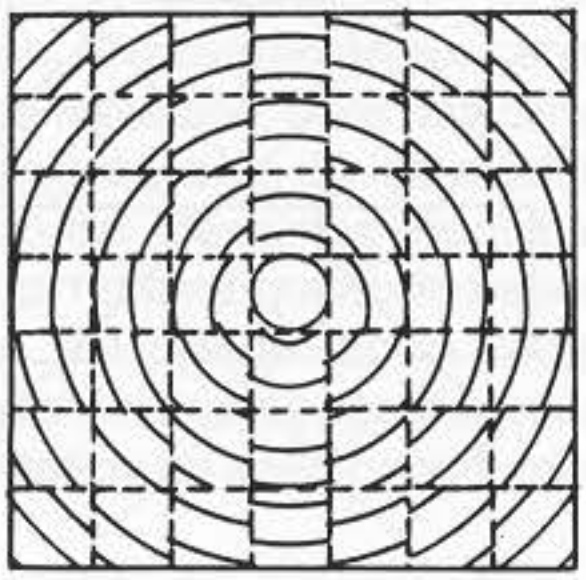
b



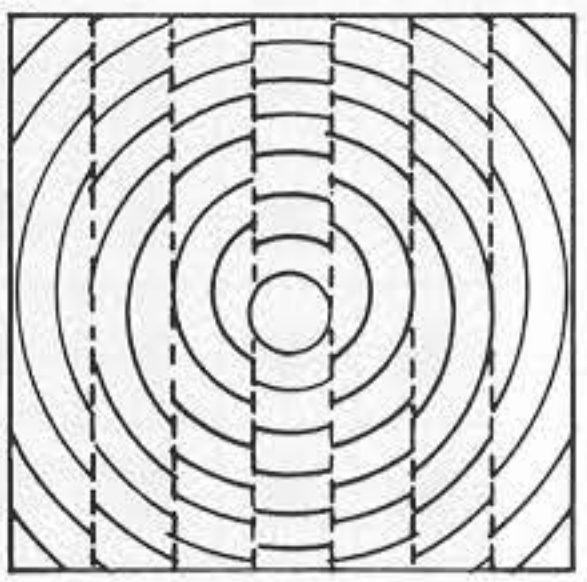
b



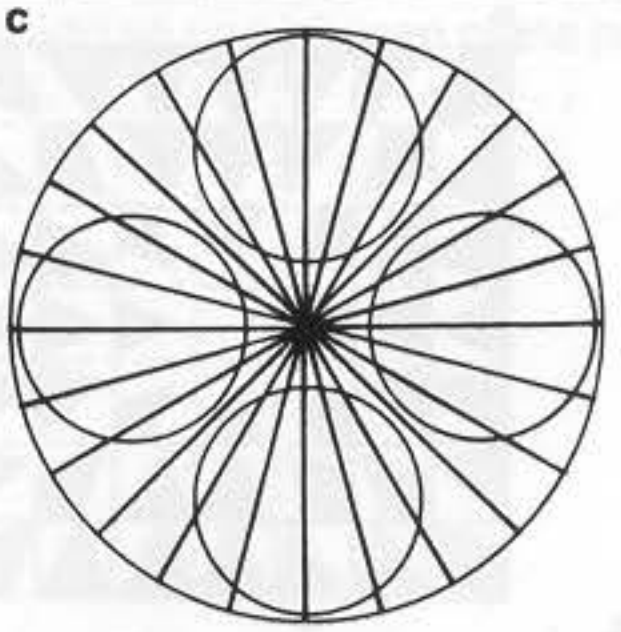
52 a



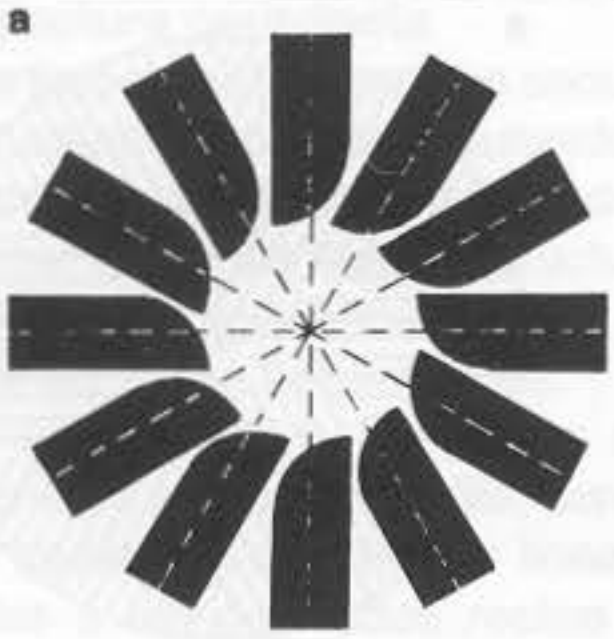
b



c

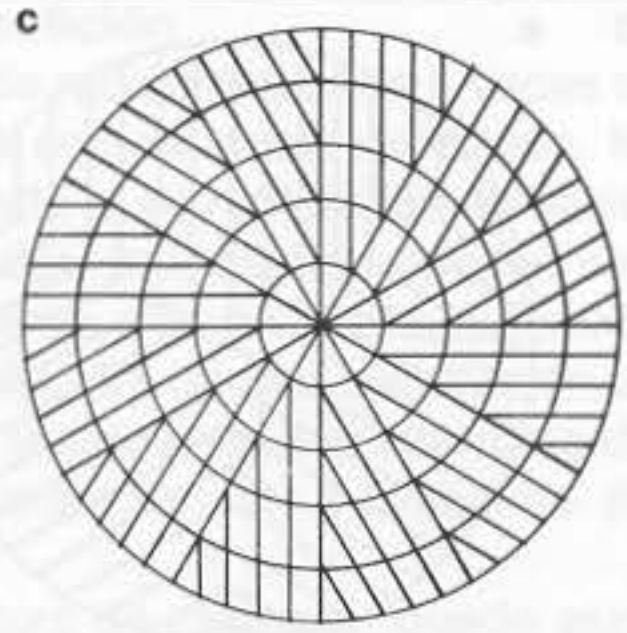


a

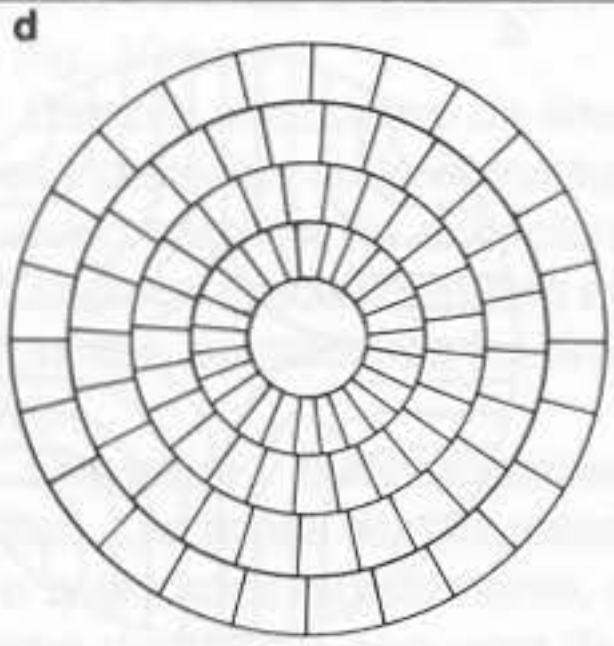


b

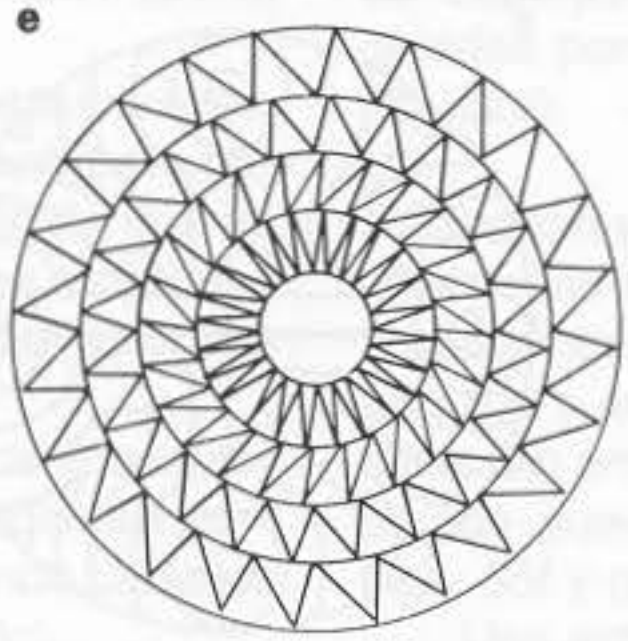
c



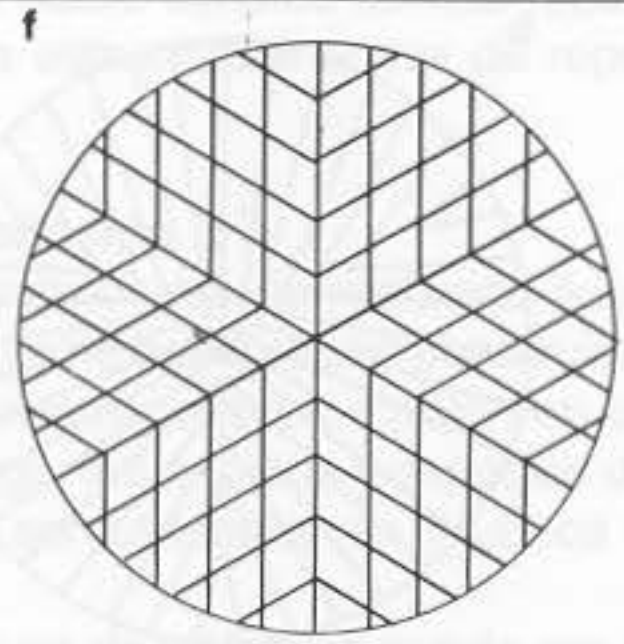
d



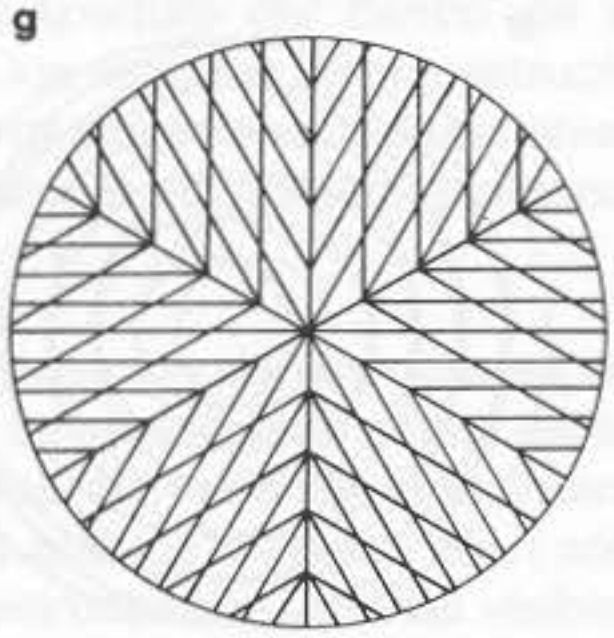
e



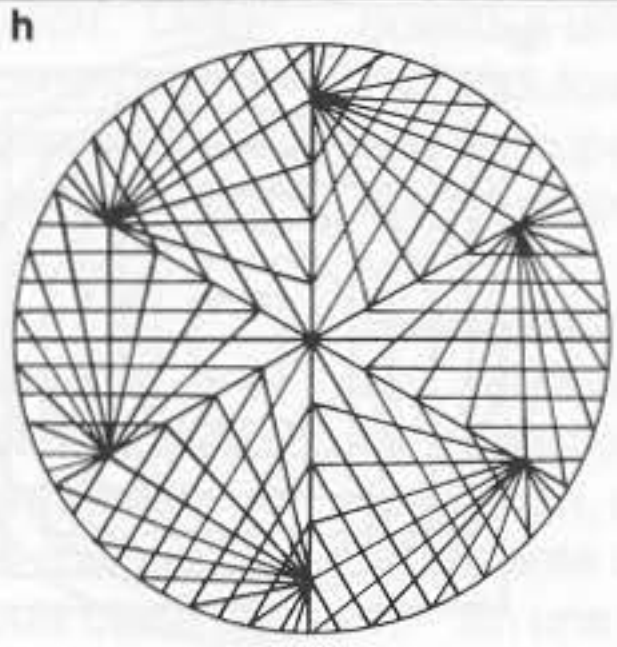
f



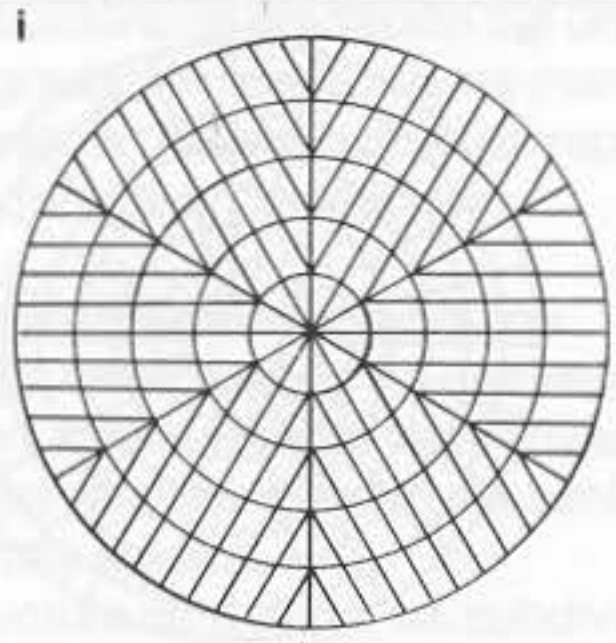
g



h

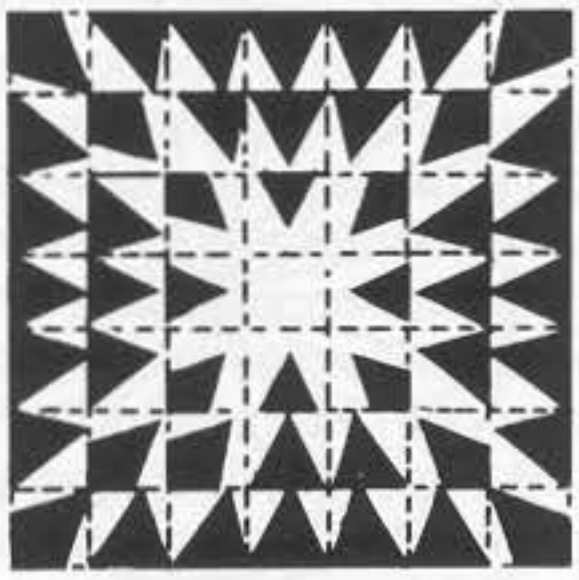


i

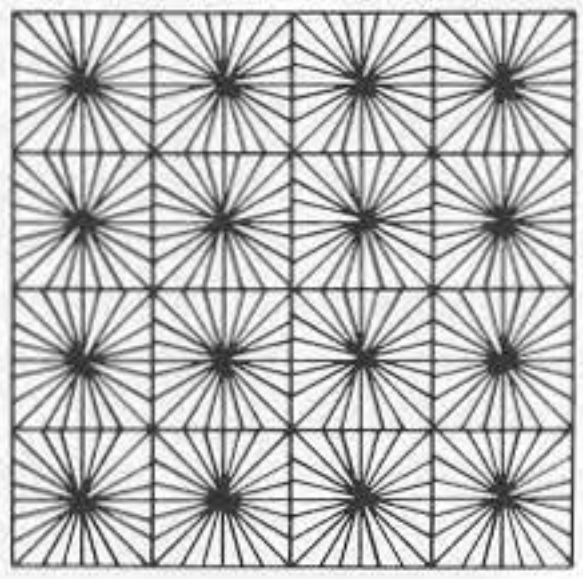


53

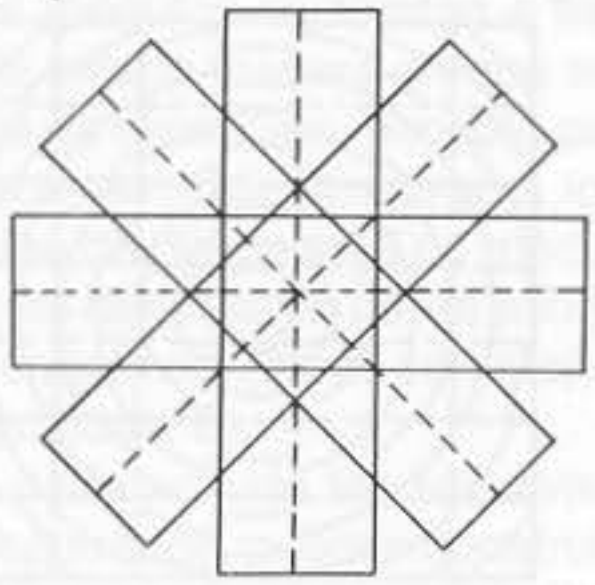
a



b



c



54

plearse para ello una secuencia de líneas paralelas, pero virtualmente no hay límite para las maneras de hacer ulteriores subdivisiones (fig. 53c).

En una estructura concéntrica regular, las subdivisiones tienen forma de anillo que puede acomodar sólo a módulos de naturaleza lineal. Se requiere habitualmente una estructura centrífuga para hacer subdivisiones finas, y cada anillo puede ser rotado variablemente, si fuera necesario, para que las subdivisiones de un anillo no se alineen con las del anillo vecino (fig. 53d). Las subdivisiones obtenidas de esta manera son generalmente repetitivas en cada anillo, pero en gradación desde el centro hacia los anillos exteriores. Los módulos se ajustan a estas subdivisiones, de la misma manera en que lo hacen con una estructura de gradación. Desde luego es asimismo posible subdividir cada anillo concéntrico en una forma diferente, si así se lo desea (fig. 53e).

En una estructura centrípeta regular, las subdivisiones quedan definidas por conjuntos de líneas paralelas que se encorvan o tuercen hacia el centro. Éstas pueden ser nuevamente divididas, superponiendo grupos de líneas paralelas, otra estructura centrípeta o una estructura concéntrica (figs. 53f, g, h e i).

Módulos en radiación

Hemos hablado de módulos en repetición, similitud y gradación, y en cada una de esas disciplinas pueden ser considerados todos los elementos visuales o de relación. La radiación es un tipo de disciplina que tiene relación solamente con la estructura. Si tenemos que hablar de módulos en radiación, se tratará del movimiento concéntrico, tratado bajo el título «Esquemas de gradación», en el capítulo sobre gradación. El movimiento concéntrico crea una sensación de radiación, pero básicamente se trata de un uso en gradación de los módulos. En la rotación dentro del plano, los módulos pueden ser rotados de tal manera que todos apunten hacia el centro físico del diseño. En la progresión en el plano, pueden moverse gradualmente hacia o desde el centro de un anillo concéntrico a su vecino (fig. 54a).

Los módulos pueden ser dibujados como esquemas de radiación en miniatura, que quedan dispuestos repetitivamente o en gradación, dentro de una estructura de repetición. El efecto es muy similar al de la radiación (fig. 54b).

Módulos de tamaño mayor

Un módulo puede ser casi tan grande, a veces, como todo el esquema de radiación, o su largo o su ancho pueden ser comparables al diámetro de la radiación. Tales módulos mayores pueden ser rotados a lo largo de una estructura centrífuga, manteniendo una relación fija con cada una de las líneas estructurales. Durante la rotación, un módulo habrá de cruzarse inevitablemente sobre varios o todos los otros módulos, y el manejo cuidadoso de la superposición, la penetración, la unión, la sustracción y la intersección habrán de producir interesantes resultados (fig. 54c).

Radiación irregular y distorsionada

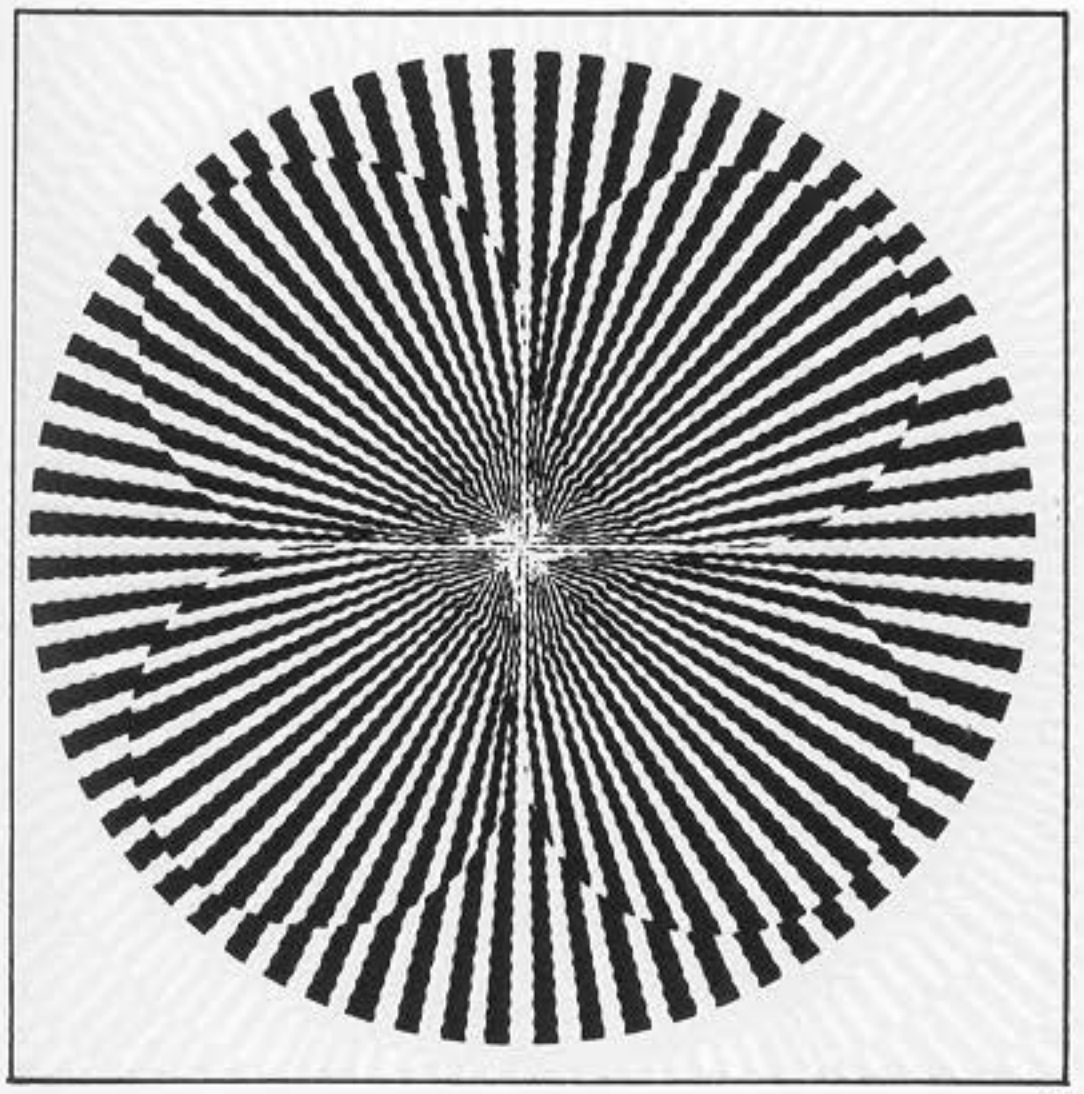
Puede hacerse, si se desea, cualquier desvío irregular de las estructuras regulares de radiación. La irregularidad puede ocurrir solamente en una sección de un esquema regular, pero todo el diseño puede ser creado con un centro difuso y con elementos de radiación o series de anillos concéntricos irregulares que serán sueltamente esparcidos.

La fotografía y otros medios mecánicos pueden ser utilizados para distorsionar un esquema de radiación regular. El esquema dibujado o pintado sobre un papel puede ser fotografiado con lentes especiales, a través de una pantalla transparente que posea textura, o desde cierto ángulo. Asimismo puede ser curvado, arrugado, doblado o ajado, y luego convertido en una imagen plana por medio de la fotografía.

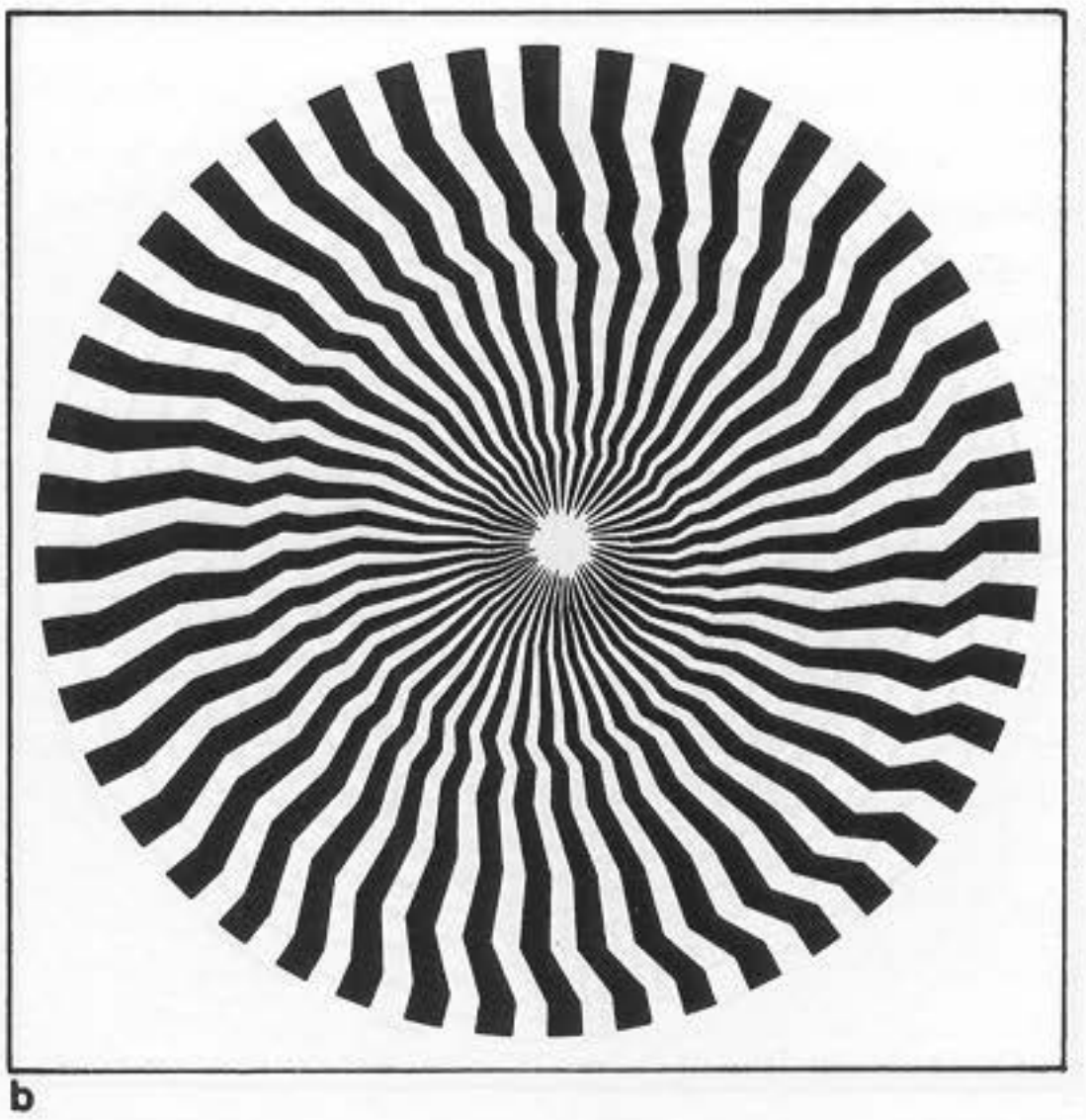
Notas sobre los ejercicios

Las figuras 55a hasta la 55n ilustran diseños de radiación, con módulos que, más o menos, son de naturaleza lineal. En algunos ejemplos los módulos son sólo las líneas estructurales, que se han hecho visibles; en otros ejemplos son diseñados para ajustarse a subdivisiones estructurales.

No se intenta aquí agrupar los ejemplos en las tres clases de estructura de radiación que se han considerado en este capítulo, dado que aunque algunos son inmediatamente identificables como de una clase u otra, casi todos son una combinación de clases distintas. Se sugiere con firmeza que los ejemplos sean cuidadosamente analizados.

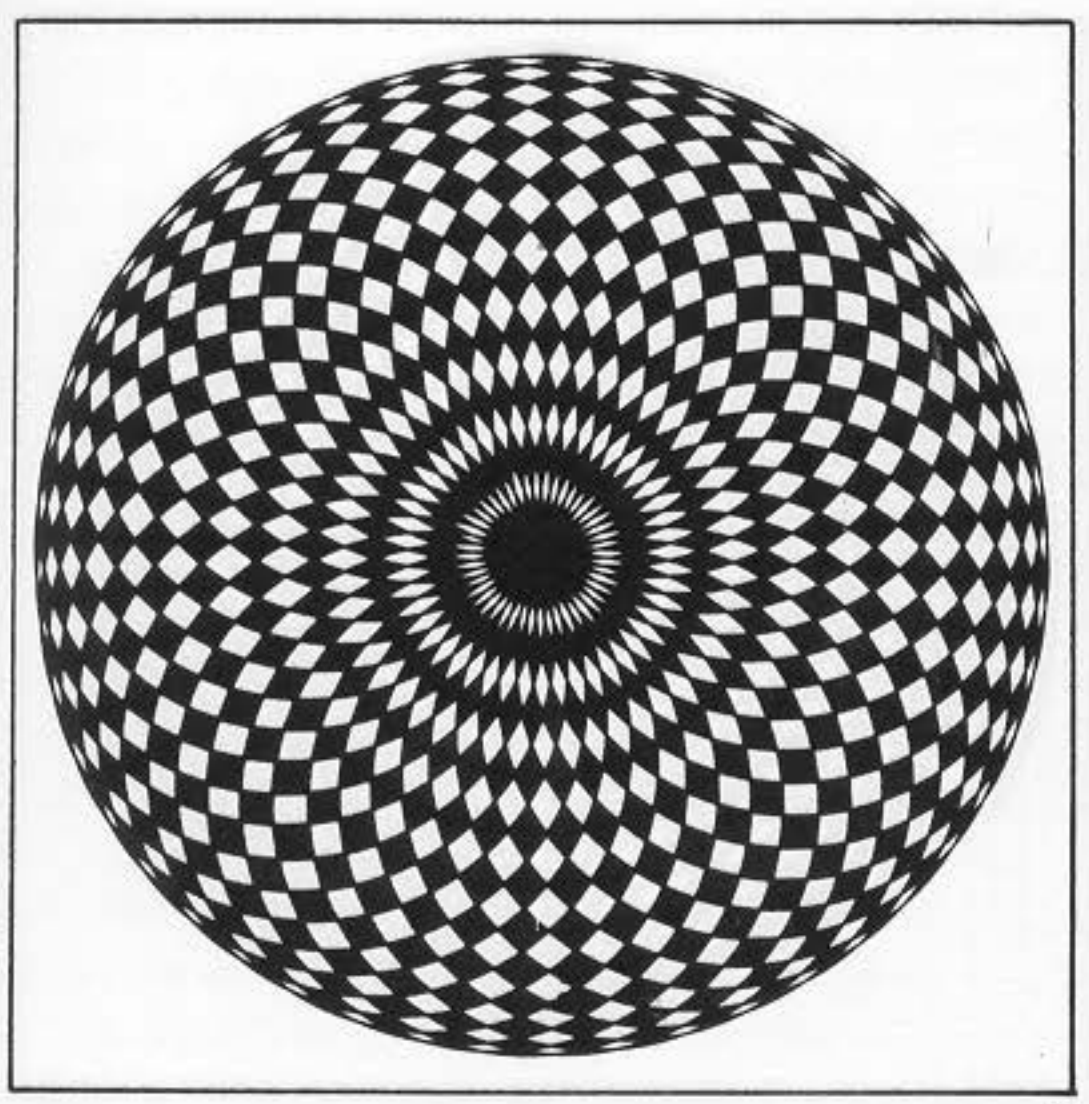


a

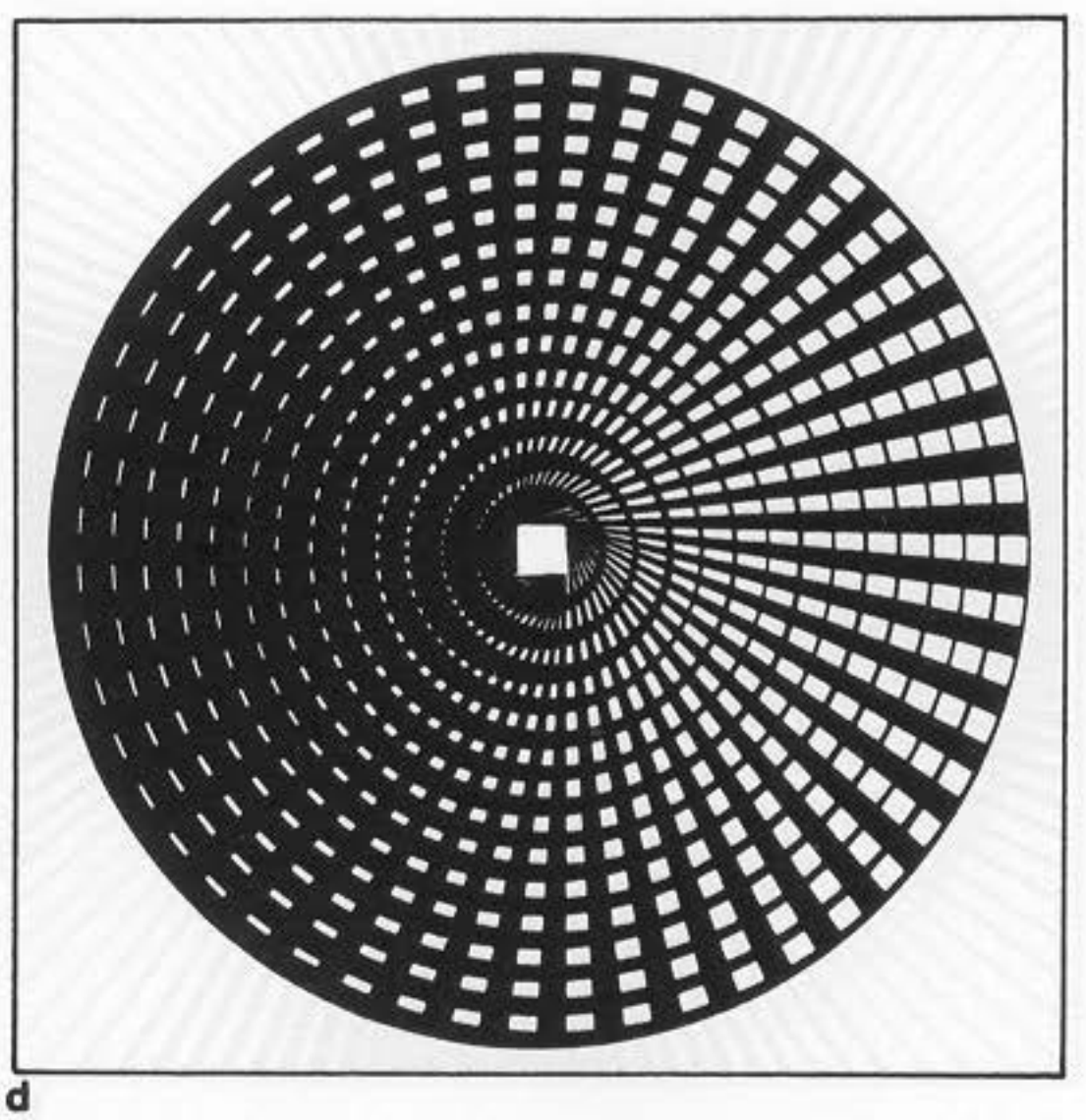


55

b

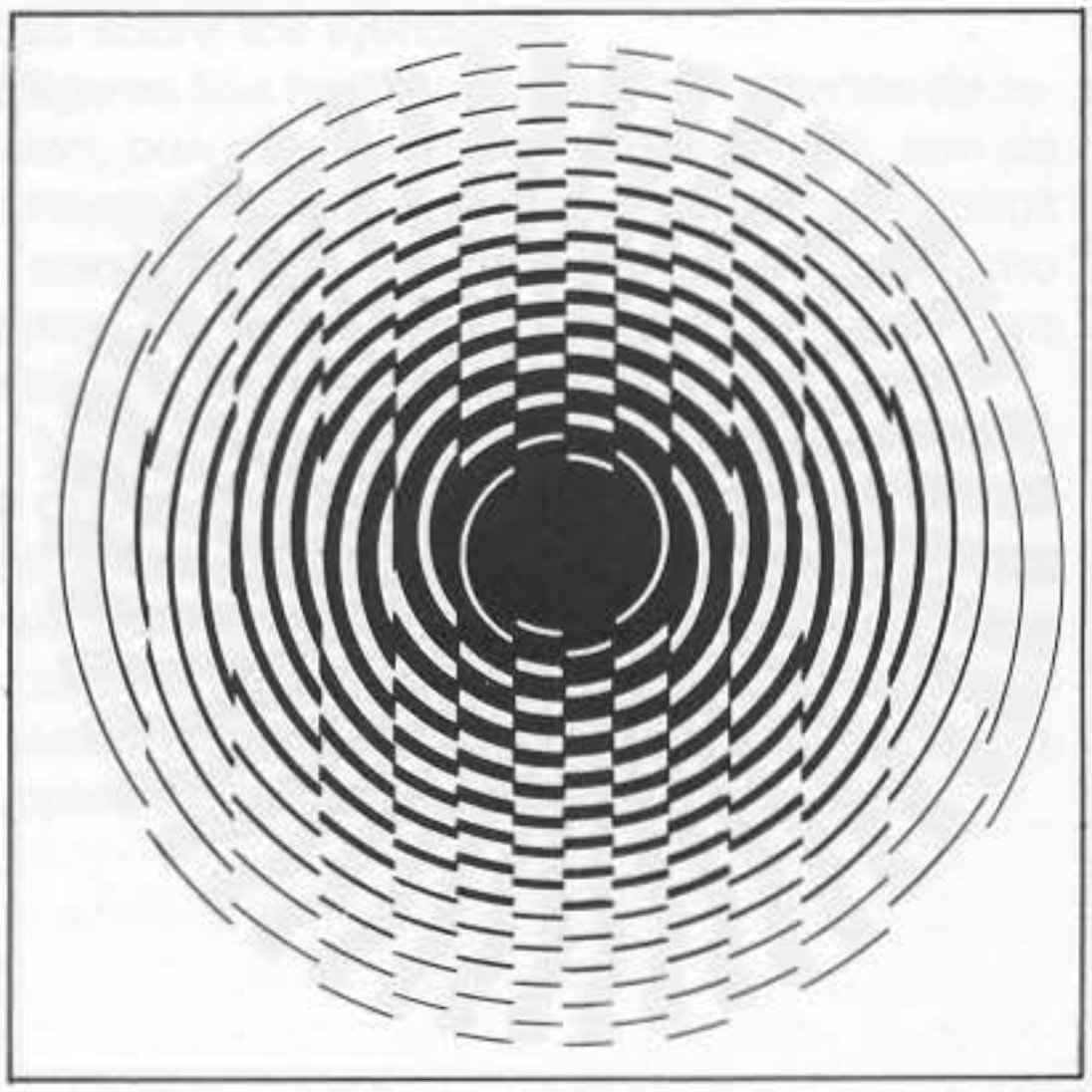


c

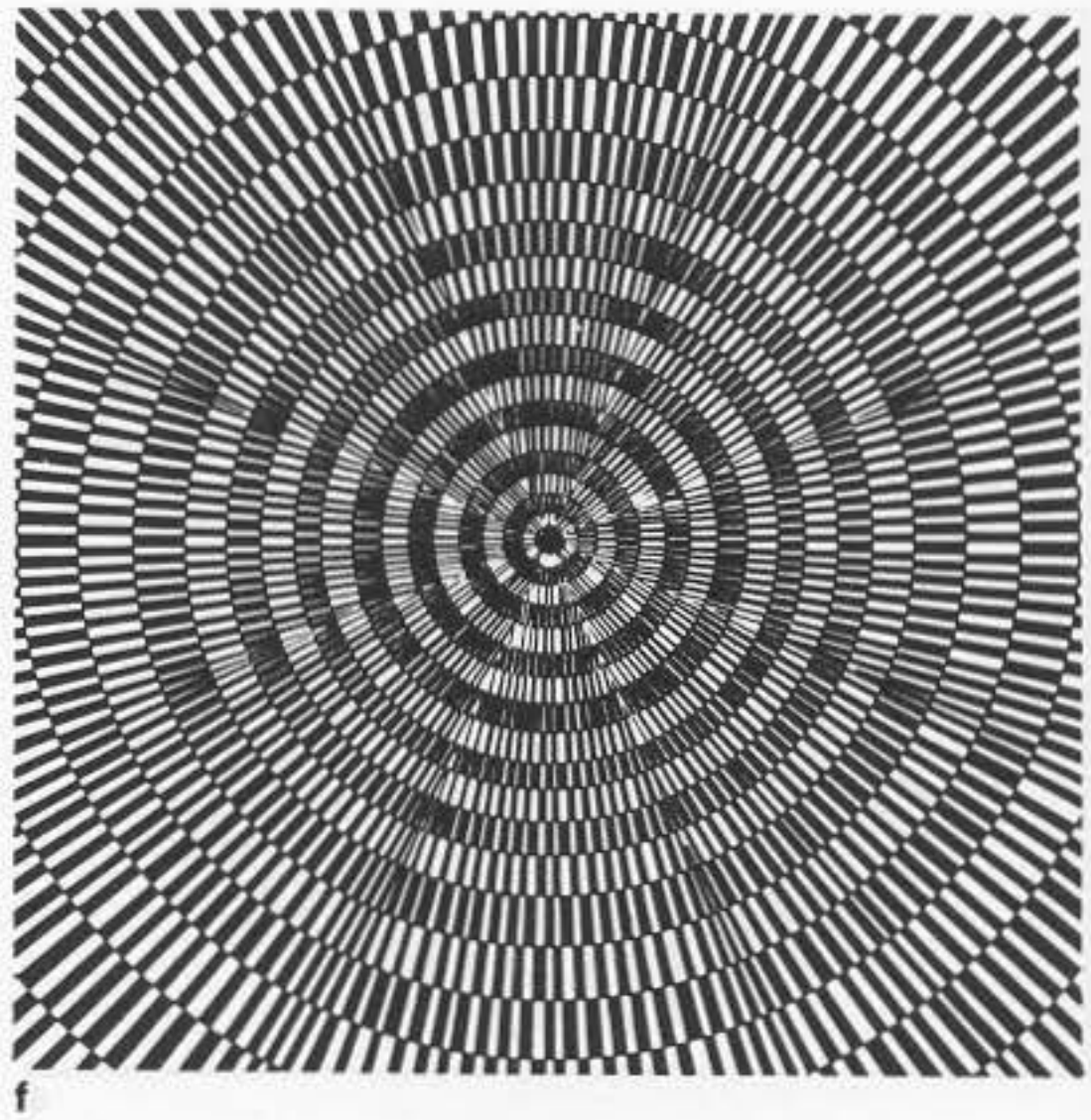


d

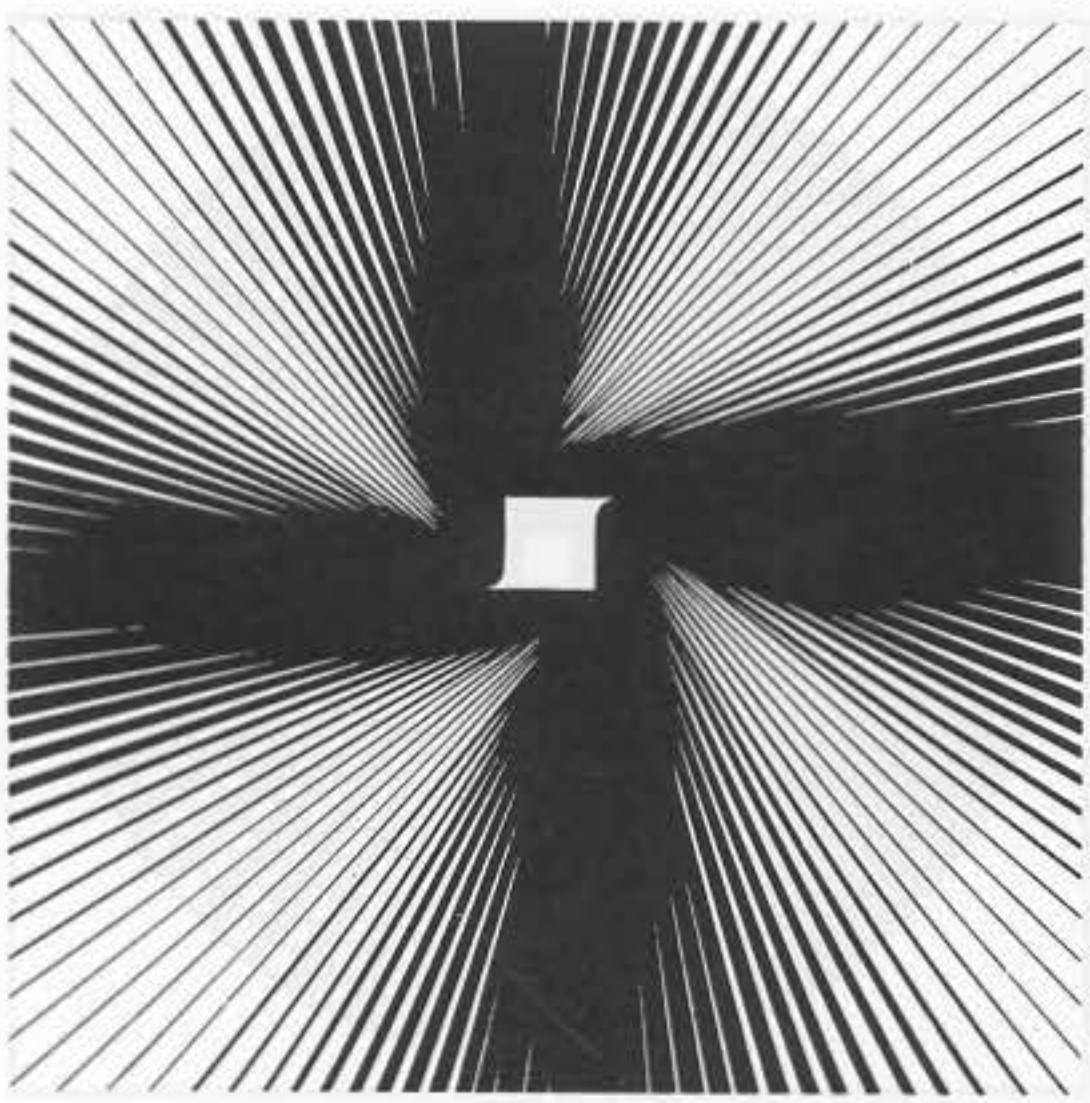
55



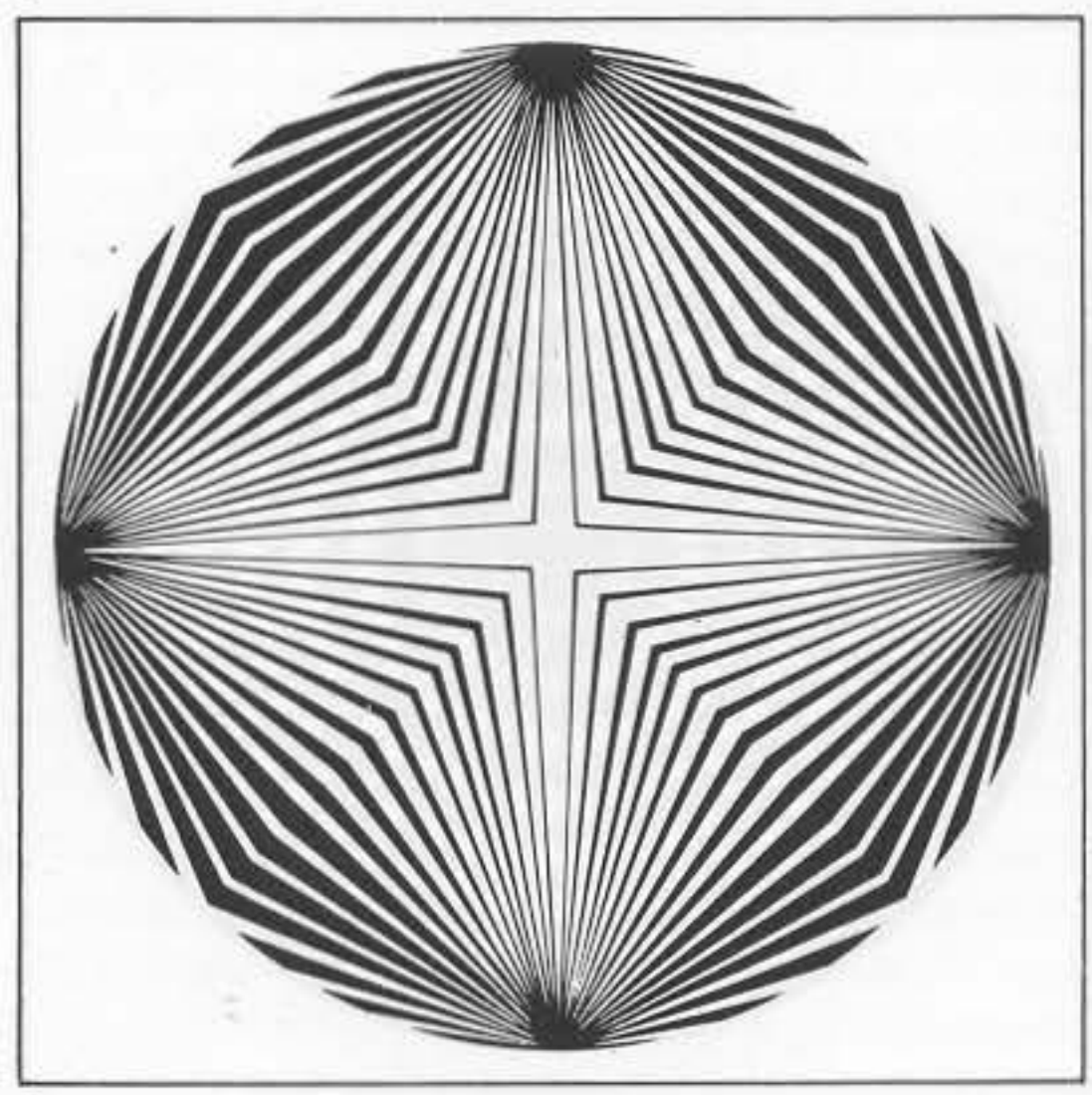
e



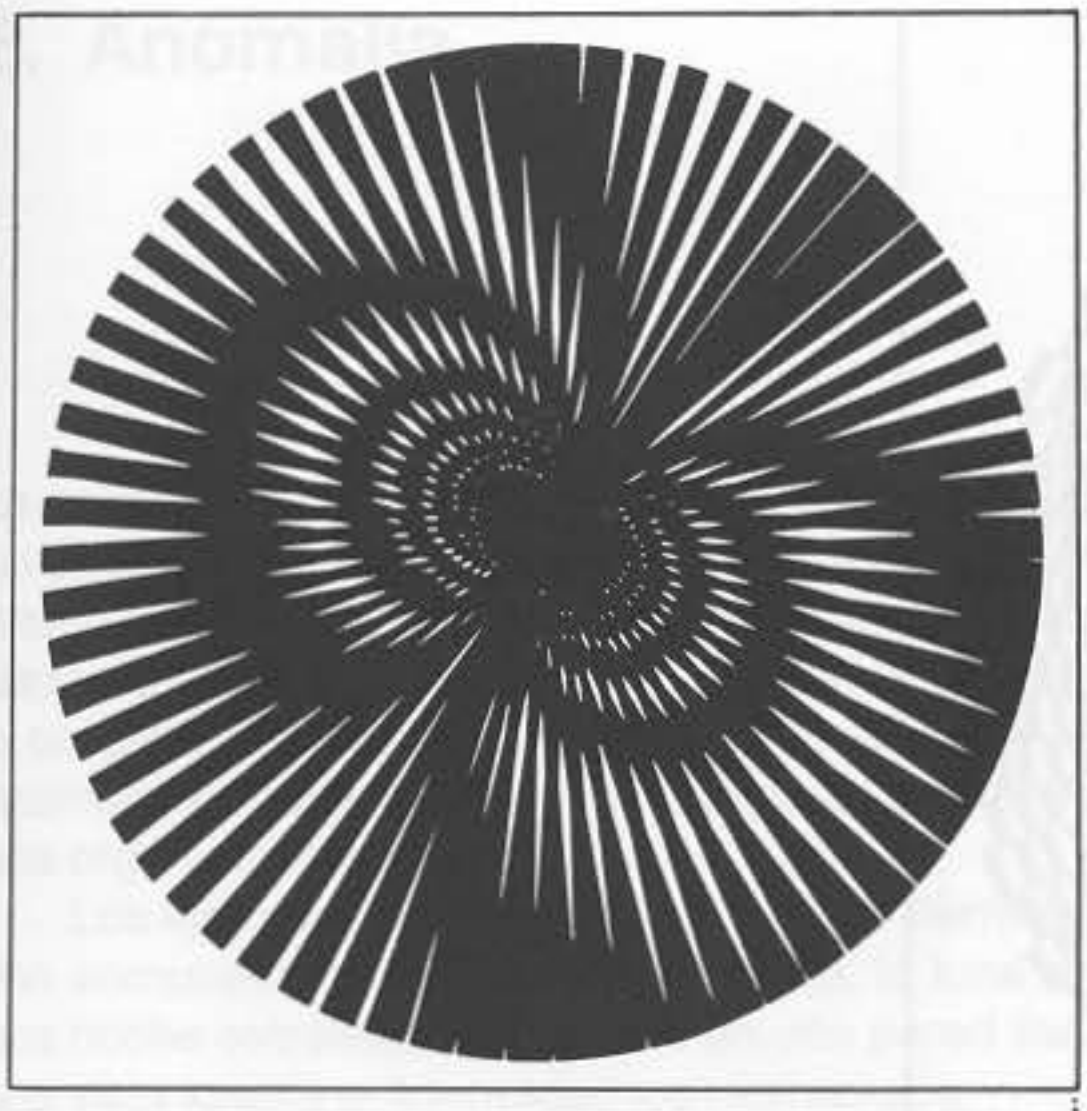
f



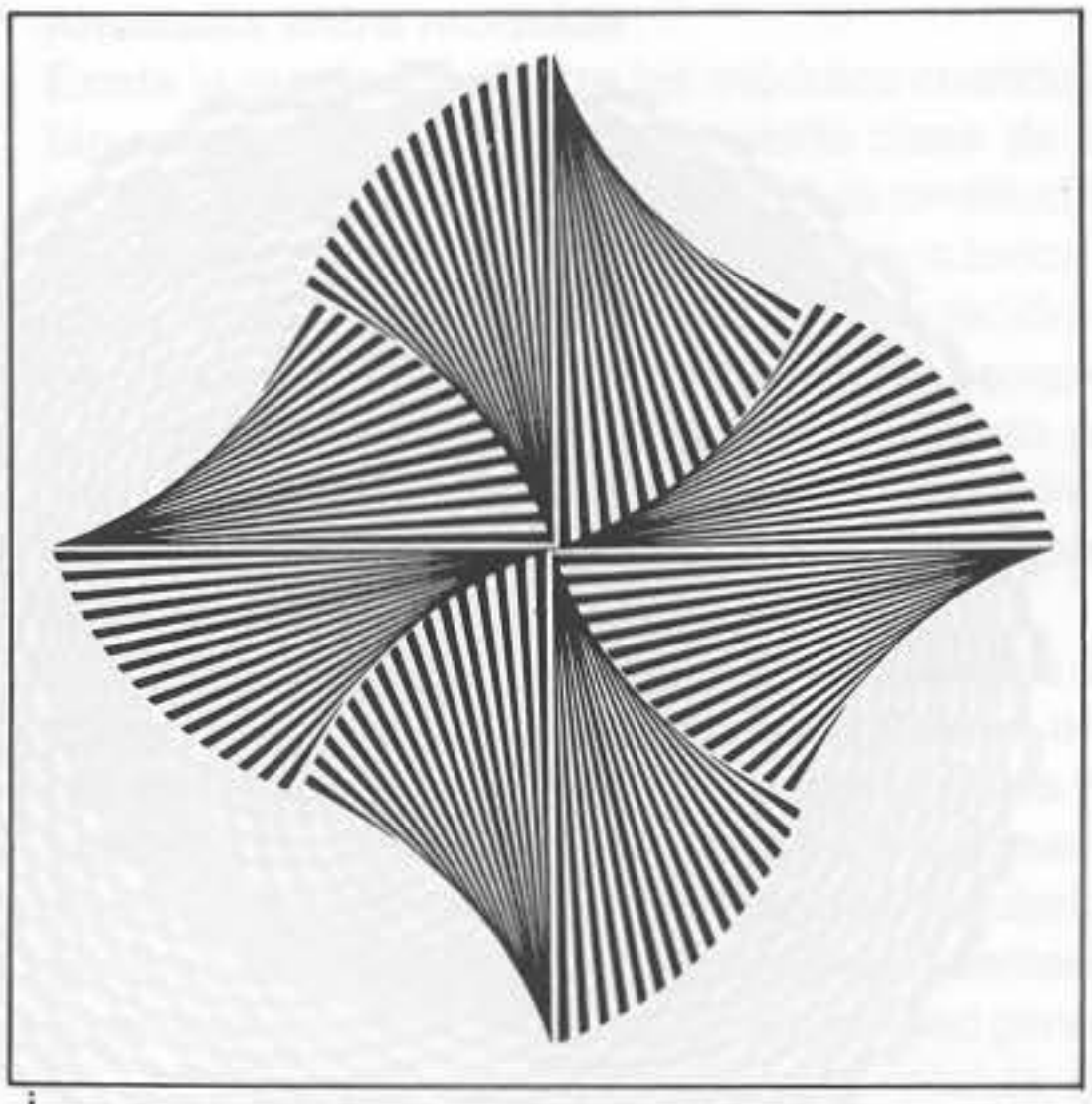
g



h

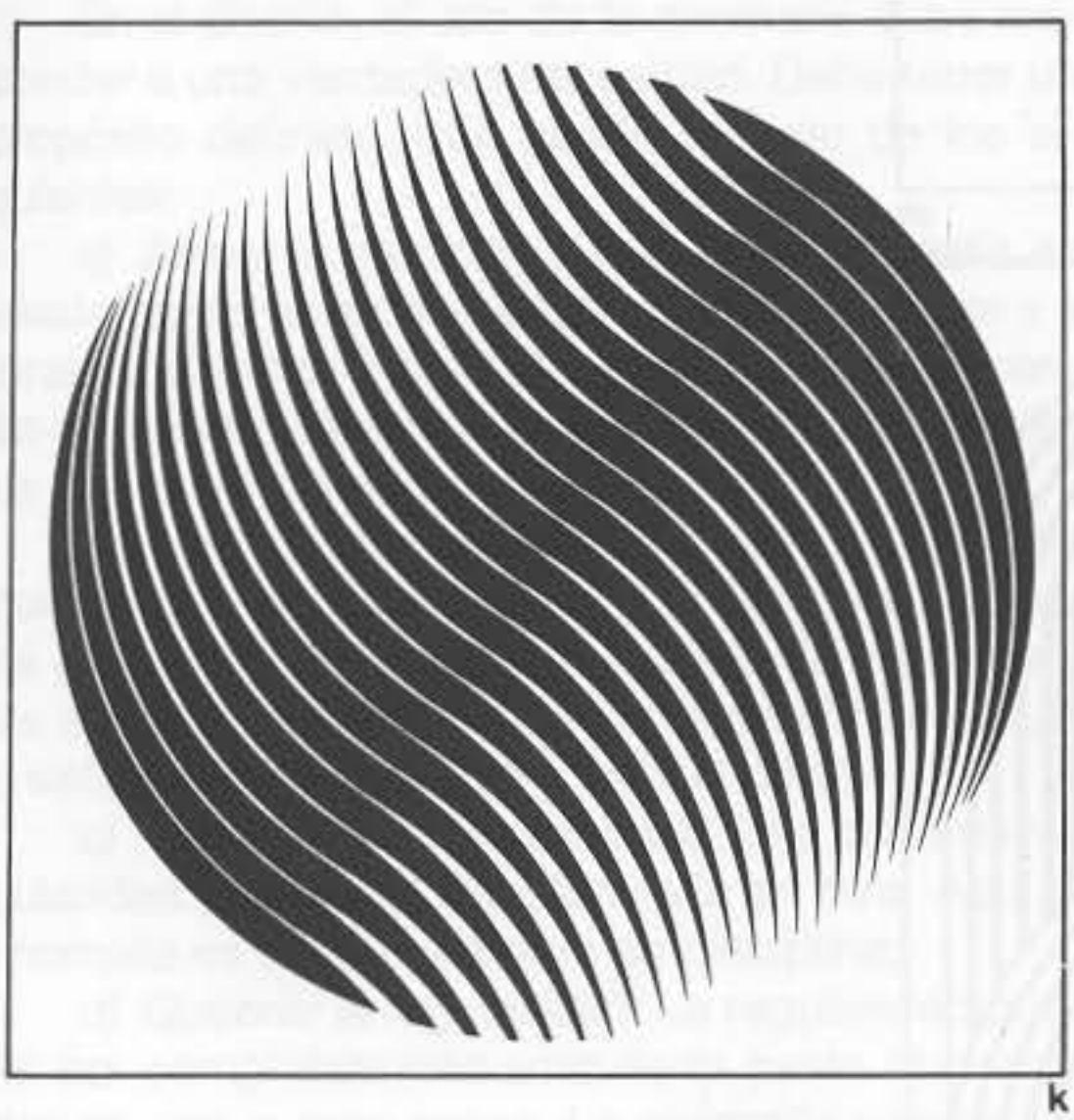


i

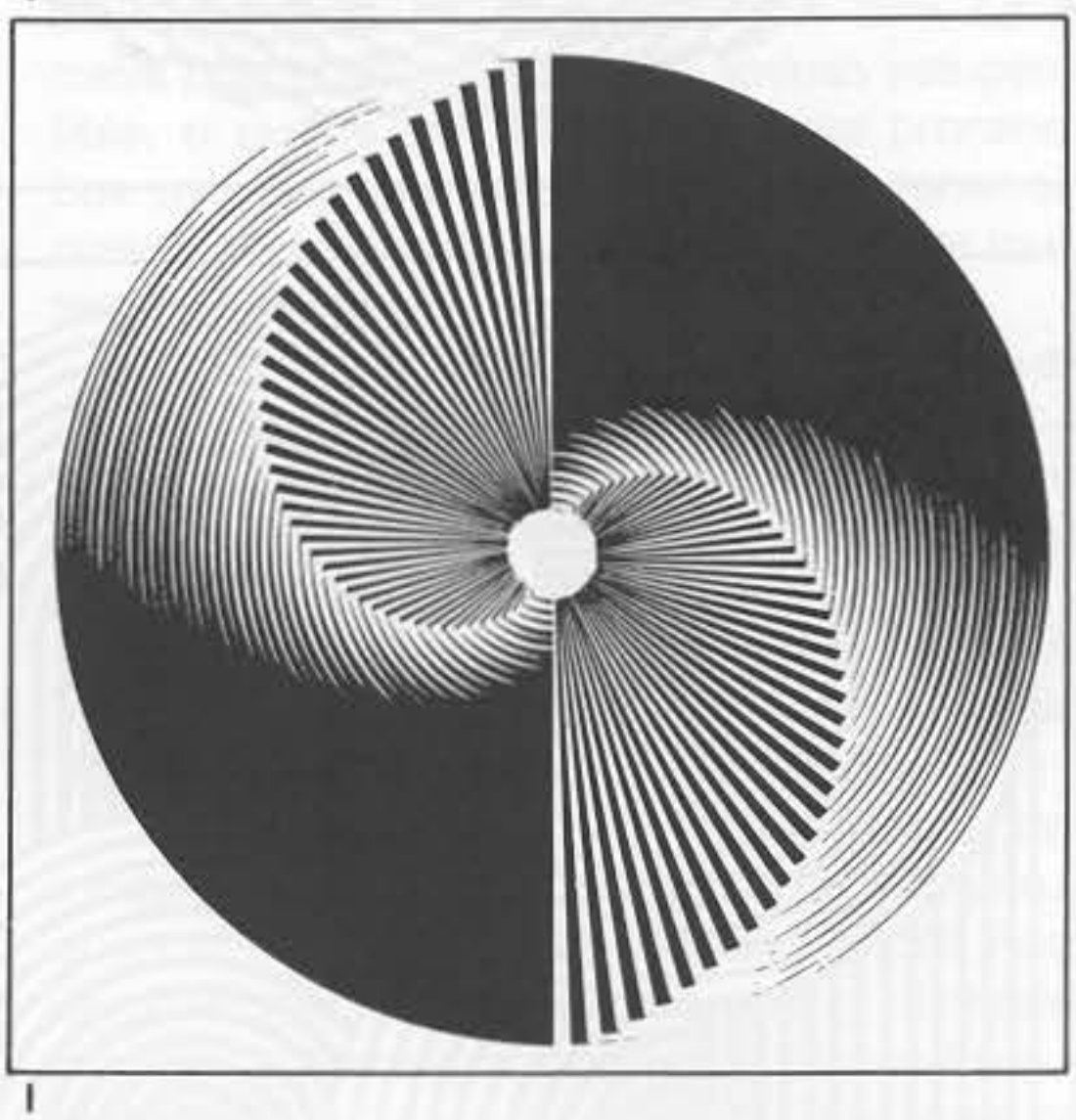


55

j

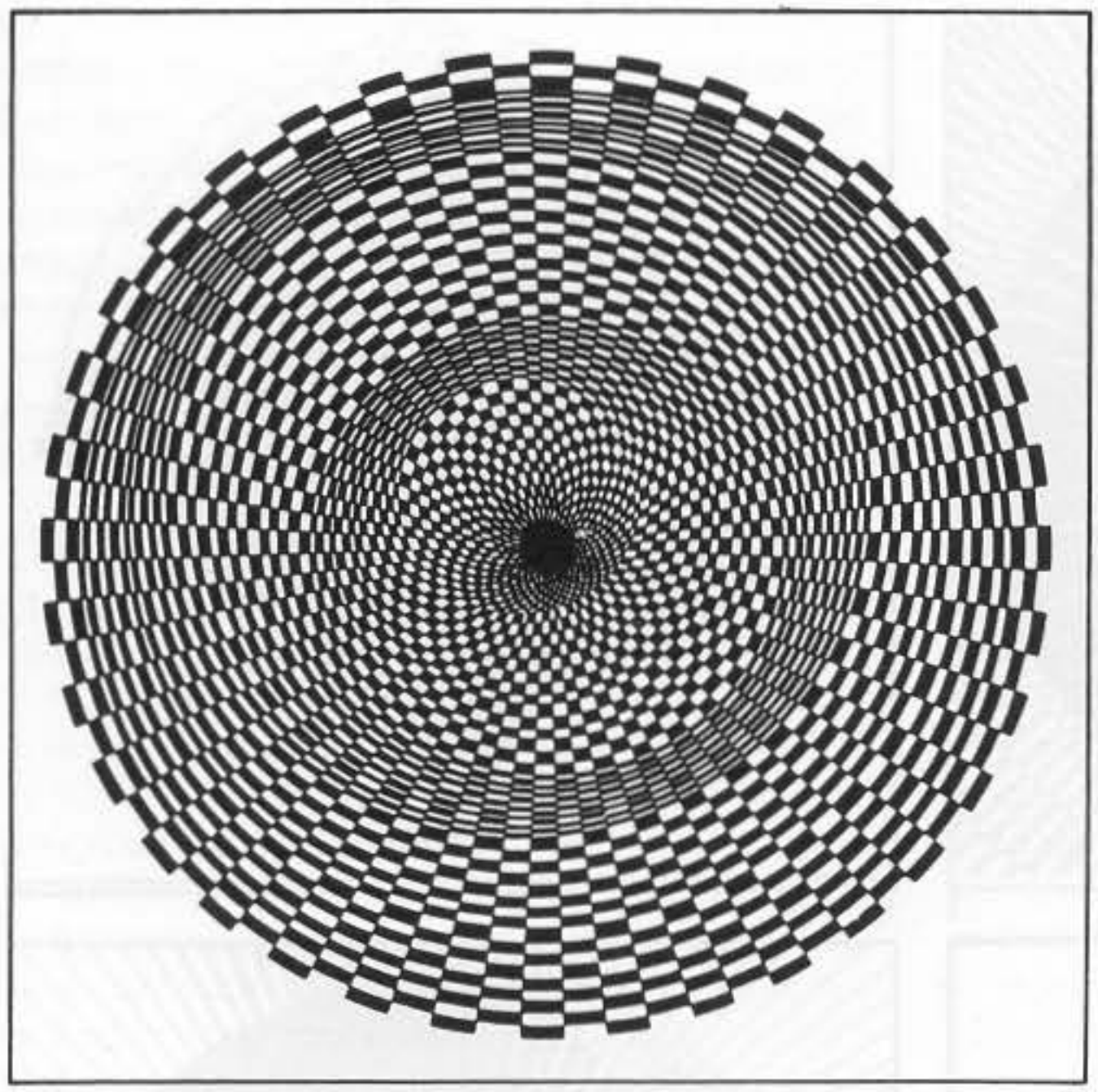


k

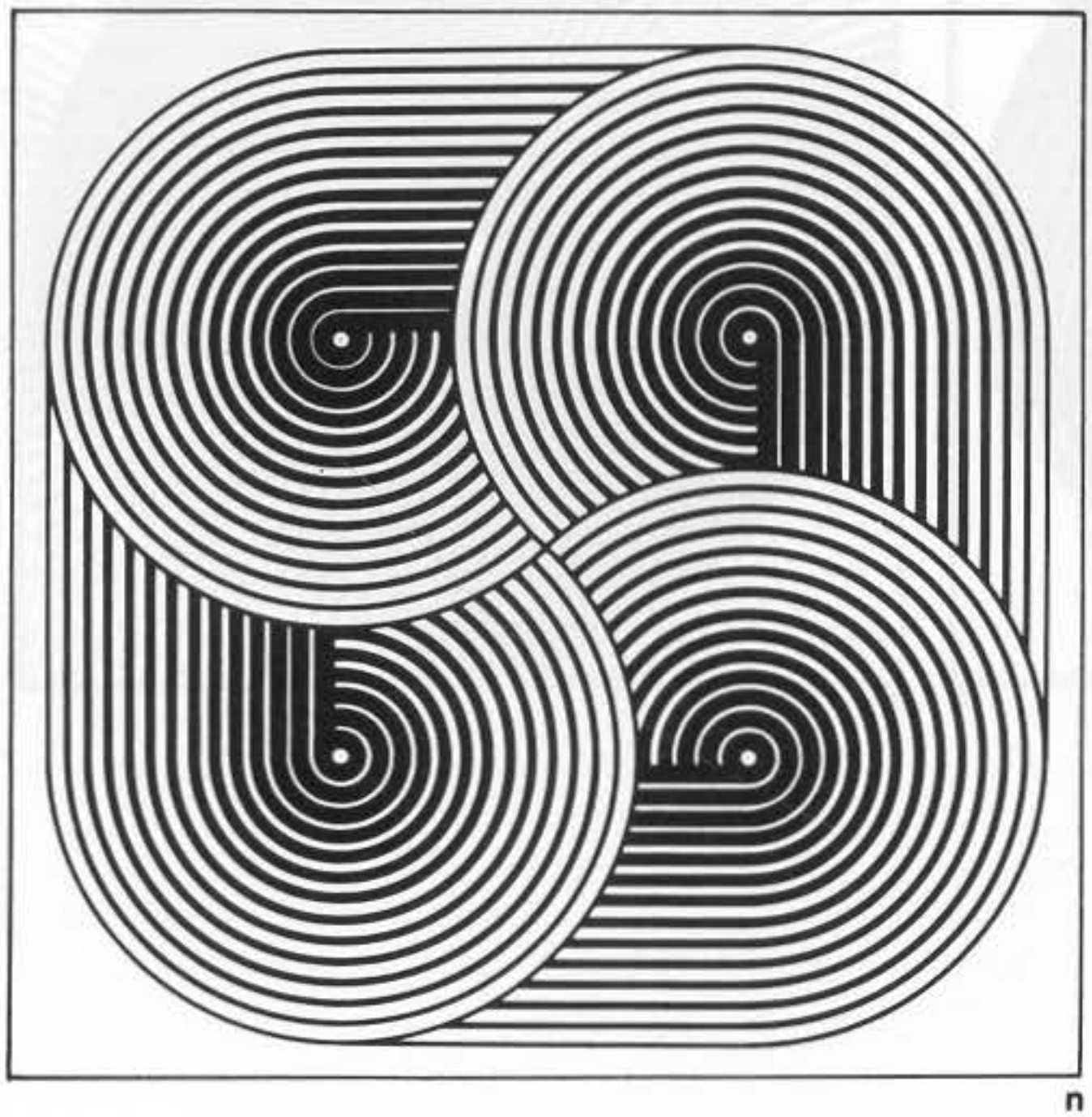


l

55



m



n

8. Anomalía

La anomalía es la presencia de la irregularidad en un diseño en el cual aún prevalece la regularidad. Marca cierto grado de desviación de la conformidad general, lo que resulta en una interrupción, leve o considerable, de la disciplina total. A veces la anomalía es sólo un elemento singular dentro de una organización uniforme.

Los ejemplos de anomalía en nuestro derredor son comunes: las flores entre el follaje, la luna en una noche estrellada, las grietas en una pared lisa, una vieja iglesia entre modernos rascacielos.

En el diseño, el uso de la anomalía debe responder a una verdadera necesidad. Debe tener un propósito definido, que puede ser uno de los siguientes:

a) Atraer la atención. Cuando la anomalía es usada en forma moderada, tiende a destacarse y a atraer la atención inmediata. Puede crearse un centro de interés si la anomalía se produce sólo dentro de una zona restringida del diseño.

b) Aliviar la monotonía. La simple regularidad puede hacerse monótona. La anomalía es capaz de generar movimiento y vibración. En este caso, las zonas anómalas deben ser esparcidas, casual o sistemáticamente, sobre todo el diseño.

c) Transformar la regularidad. Una clase de regularidad puede ser transformada en otra. Aquí la anomalía es sólo un cambio de disciplina.

d) Quebrar la regularidad. La regularidad puede ser completamente aniquilada hasta el desorden en una o más zonas. La anomalía parece ser más violenta en este caso, pero debe mantenerse la unidad del diseño.

Estos propósitos serán considerados cuando se traten separadamente las anomalías entre módulos y las anomalías dentro de las estructuras.

Anomalía entre módulos

Existe la regularidad entre los módulos cuando están relacionados entre sí bajo cierta clase de disciplina, que puede ser la repetición, la similitud o la gradación. Sin embargo, si consideramos todos los elementos visuales y de relación, la vinculación entre varios módulos puede ser bastante compleja. Los módulos pueden ser repetitivos en todo sentido, pero asimismo pueden ser repetitivos sólo en ciertos elementos, y de gradación en los elementos restantes.

Cuando se introduce la anomalía entre los módulos, debe examinarse cuidadosamente la originalidad de cada uno de los elementos visuales y de relación. Un módulo anómalo no tiene que ser diferente en todo sentido respecto a la regularidad general. Puede desviarse en uno o dos elementos y conformarse en los otros a la regularidad general.

La anomalía es comparativa. Un módulo anómalo puede ser más anómalo que otro. La anomalía puede ser tan sutil que apenas sea perceptible, o puede ser extremadamente prominente. Los módulos anómalos pueden mantener cierta clase de regularidad entre sí, o pueden ser muy diferentes entre sí.

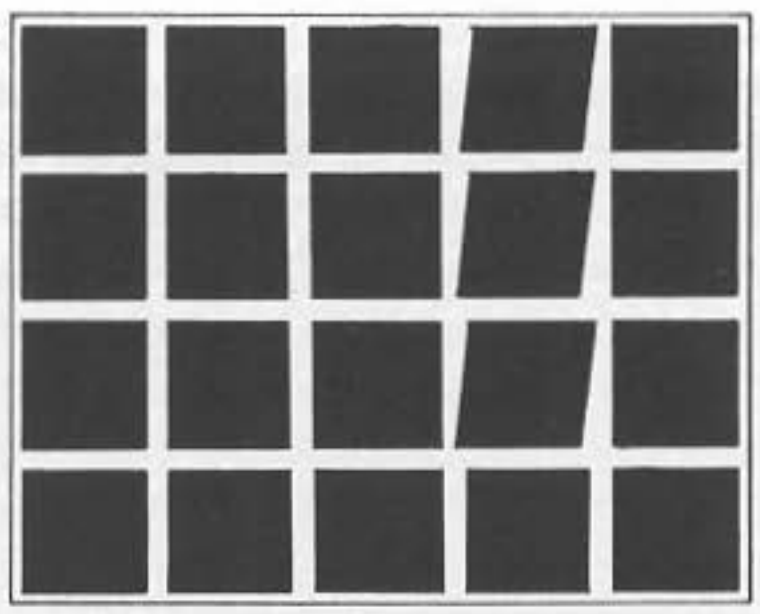
Los módulos anómalos pueden llamar la atención de una o más de las siguientes maneras: *a)* la anomalía es prominente; *b)* todos los módulos anómalos aparecen dentro de una zona restringida; *c)* hay sólo unos pocos módulos anómalos (o hay sólo uno). La anomalía concentrada se convierte normalmente en el centro de interés dentro de un diseño (fig. 56a).

La anomalía alivia a la monotonía cuando los módulos anómalos aparecen con bastante frecuencia, repartidos sobre una zona amplia. Pueden ser bastante indiferenciados, como distorsiones menores o transfiguraciones de los módulos normales. Su ubicación en el diseño puede ser ordenada o casual, generando movimiento y agregando énfasis (fig. 56b).

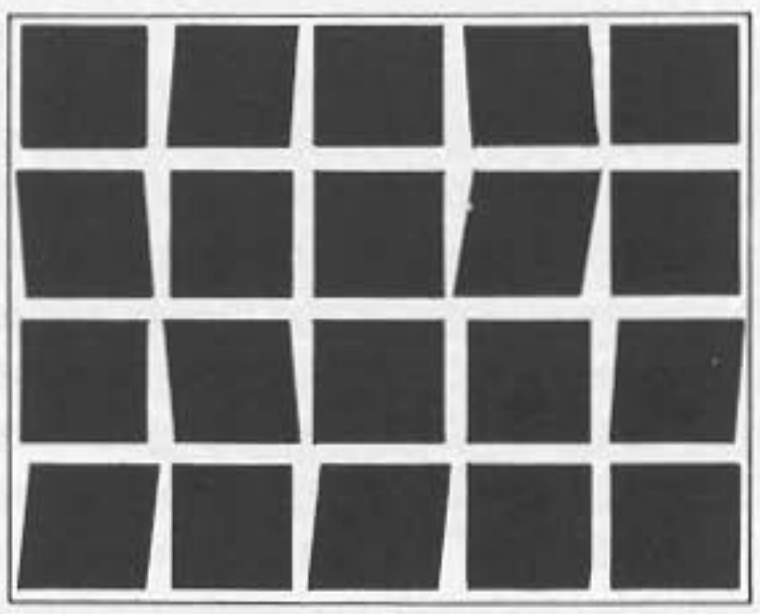
La regularidad puede ser transformada, de una clase a otra, cuando los módulos anómalos establecen una suerte de regularidad entre sí. Tales

56

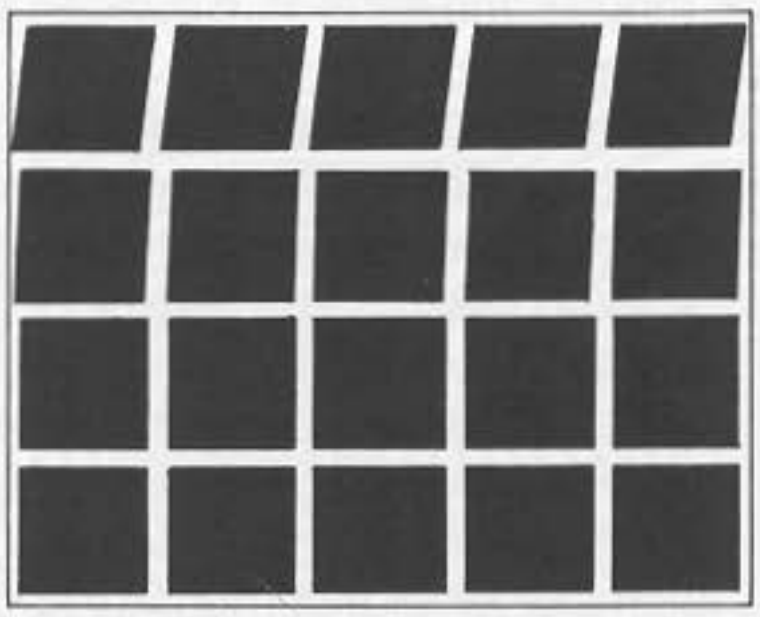
a



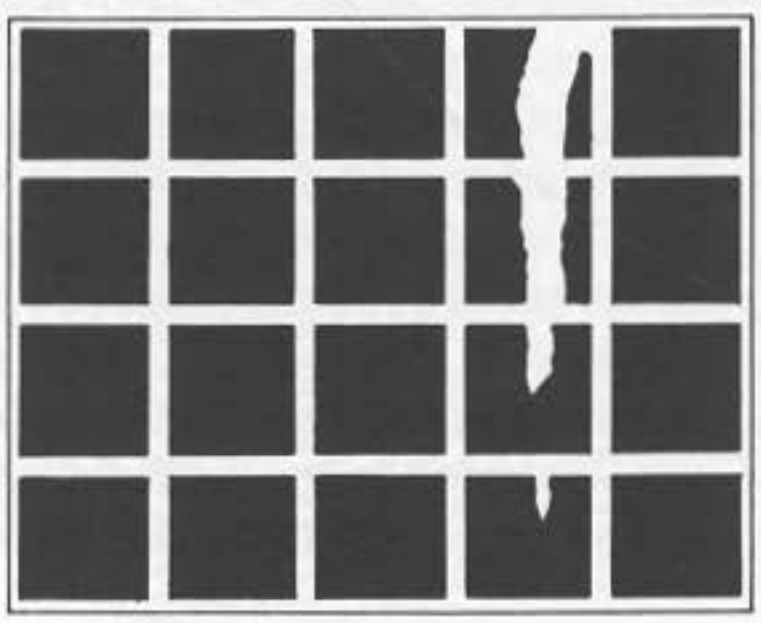
b



c

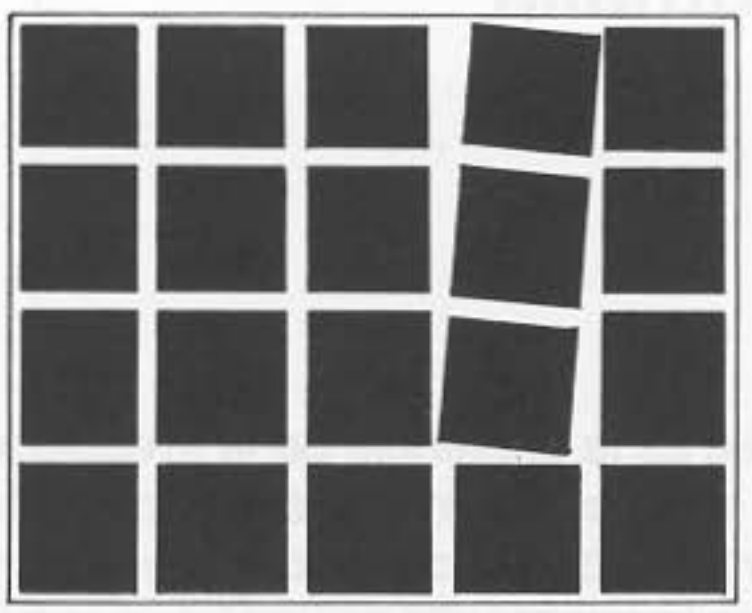


d

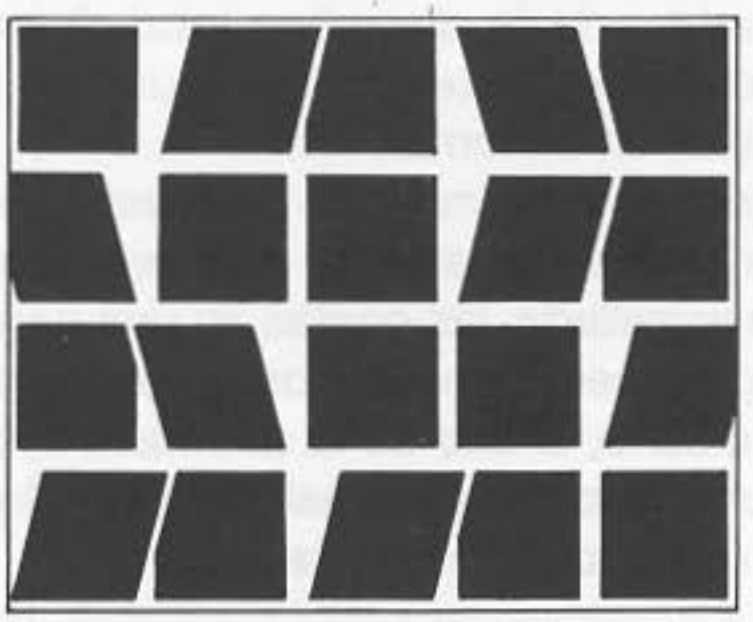


57

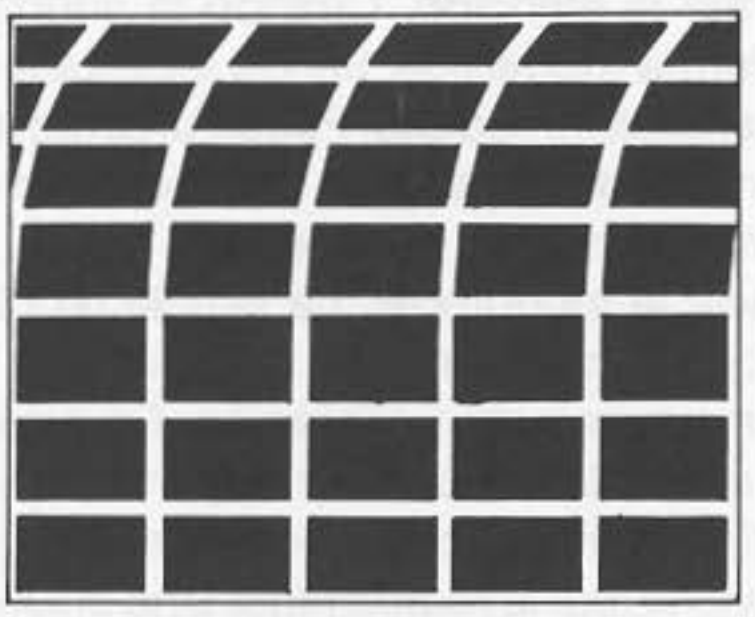
a



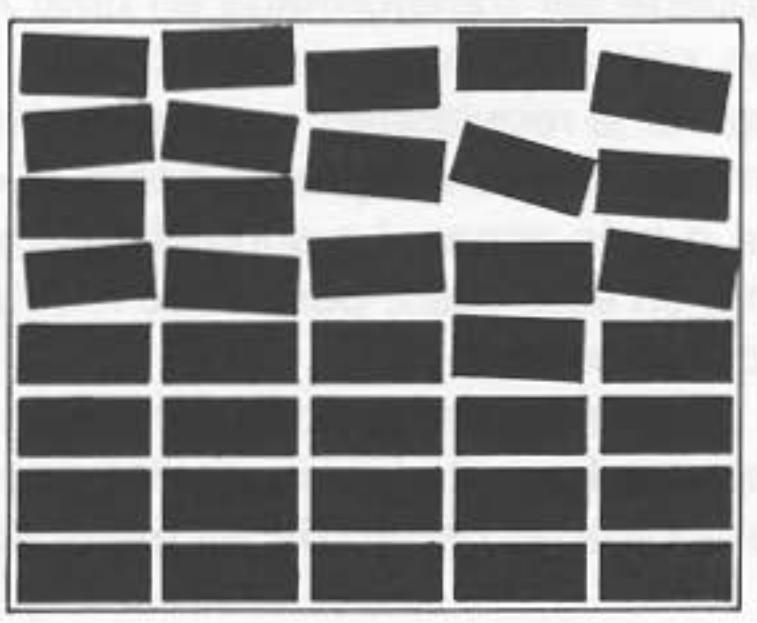
b



c



d



módulos anómalos no sólo se relacionan regularmente entre sí, sino que están dispuestos regularmente. Esto equivale a combinar o anexar dos grupos diferentes de módulos regulares. El grupo minoritario es una anomalía respecto a la mayoría, pero a veces tal diferencia puede ser bastante difusa (fig. 56c).

La regularidad puede ser interrumpida cuando los módulos de una o más zonas parezcan haber sido rasgados, quebrados, fracturados o disueltos. Esto puede ser más eficaz si la estructura es asimismo perturbada (fig. 56d).

Anomalía dentro de estructuras

Las estructuras regulares son las de repetición, gradación y radiación. Las estructuras de similitud son menos regulares, pero mantienen aún cierto grado de regularidad.

La anomalía dentro de una estructura regular ocurre cuando las subdivisiones estructurales, en una o más zonas del diseño, cambian en figura, tamaño o dirección, se hacen dislocadas o caen en la completa desorganización. Esto señala un paso adicional hacia la informalidad, pero la estructura es aun formal, aparte de las zonas anómalas.

Obviamente, los módulos están incluidos en estructuras de esta naturaleza. En las zonas donde ocurre una anomalía de estructura, los módulos pueden ser afectados de una o más de las siguientes maneras:

a) Sus elementos visuales permanecen intactos, pero pueden ser forzados a cambiar de posición o de dirección, posiblemente cruzándose sobre subdivisiones estructurales adyacentes o sobre otros módulos.

b) Sus elementos visuales permanecen intactos, pero las líneas estructurales anómalas, siendo activas en este caso, pueden cercenar porciones de aquellos módulos que no estén totalmente confinados a sus respectivas subdivisiones.

c) Pueden ser distorsionados como lo son las subdivisiones, pero su relación con las subdivisiones sigue siendo igual.

d) Pueden convertirse en anómalos mientras mantienen una clase de regularidad entre sí mismos.

e) Pueden convertirse en variablemente anómalos.

La anomalía estructural puede llamar la atención cuando ocurre en forma notable dentro de una zona restringida. Incluso si todos los elementos visuales de los módulos permanecen incambiados, la anomalía estructural estira o comprime el espacio, lo que fácilmente concentra la atención del ojo (fig. 57a).

La monotonía de la simple regularidad puede ser aliviada con la repetición frecuente de subdivisiones estructurales anómalas, distribuidas en forma ordenada o en forma casual sobre todo el diseño. Esto provoca interesantes variaciones del espacio en blanco y de la colocación de los módulos, cuyas figuras o tamaños, o ambas cosas, pueden ser o no afectados (fig. 57b).

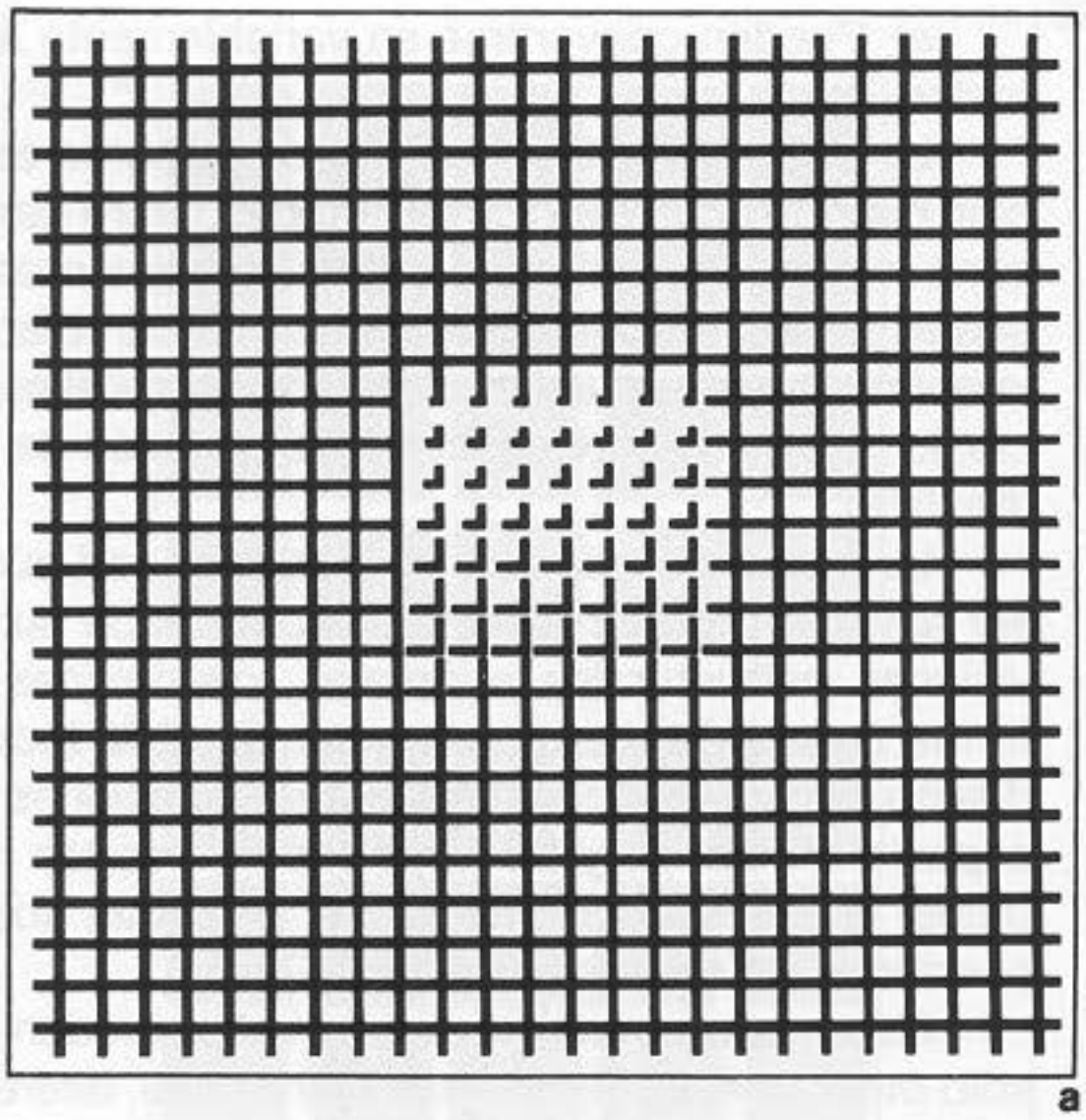
La zona o zonas de la anomalía pueden ser sólo otra clase de regularidad estructural, diferente a la disciplina general. La transformación de la regularidad puede conducir a llamativas composiciones semiformales (fig. 57c).

La ruptura de una estructura regular significa que la disciplina queda completamente destruida en una o más zonas de anomalía. Las líneas estructurales quedan enmarañadas, las subdivisiones son distorsionadas o dislocadas, o la estructura se desintegra parcialmente (fig. 57d).

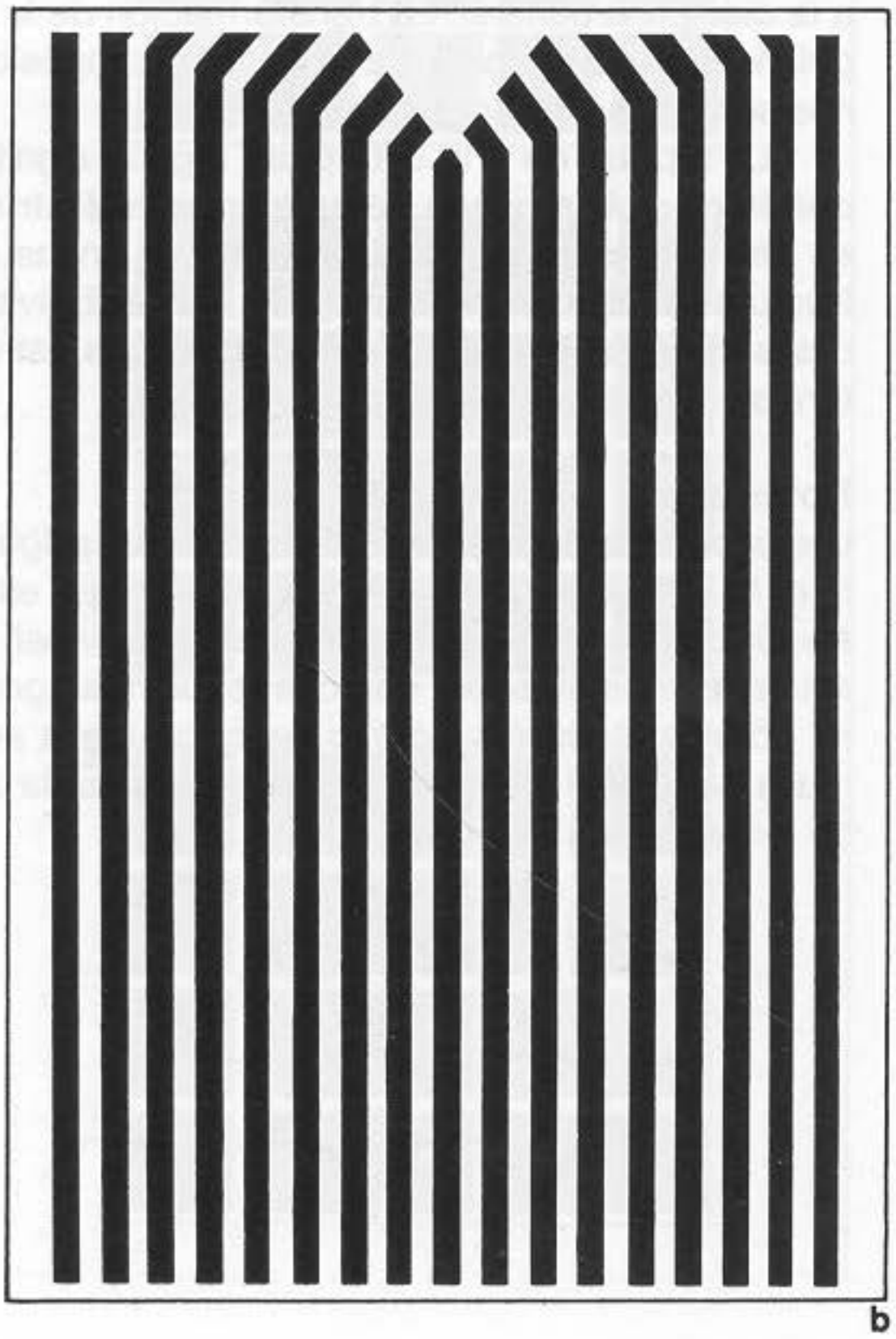
Notas sobre los ejercicios

Los usos de la anomalía se muestran en las figuras 58a, b, c, d, e, f, g, h, i y j. Los módulos en estos ejercicios son mayormente de naturaleza lineal. No existe restricción sobre cómo la regularidad general domina al diseño y cómo se introduce la anomalía. Nótese el efecto de la anomalía en cada uno de los ejemplos.

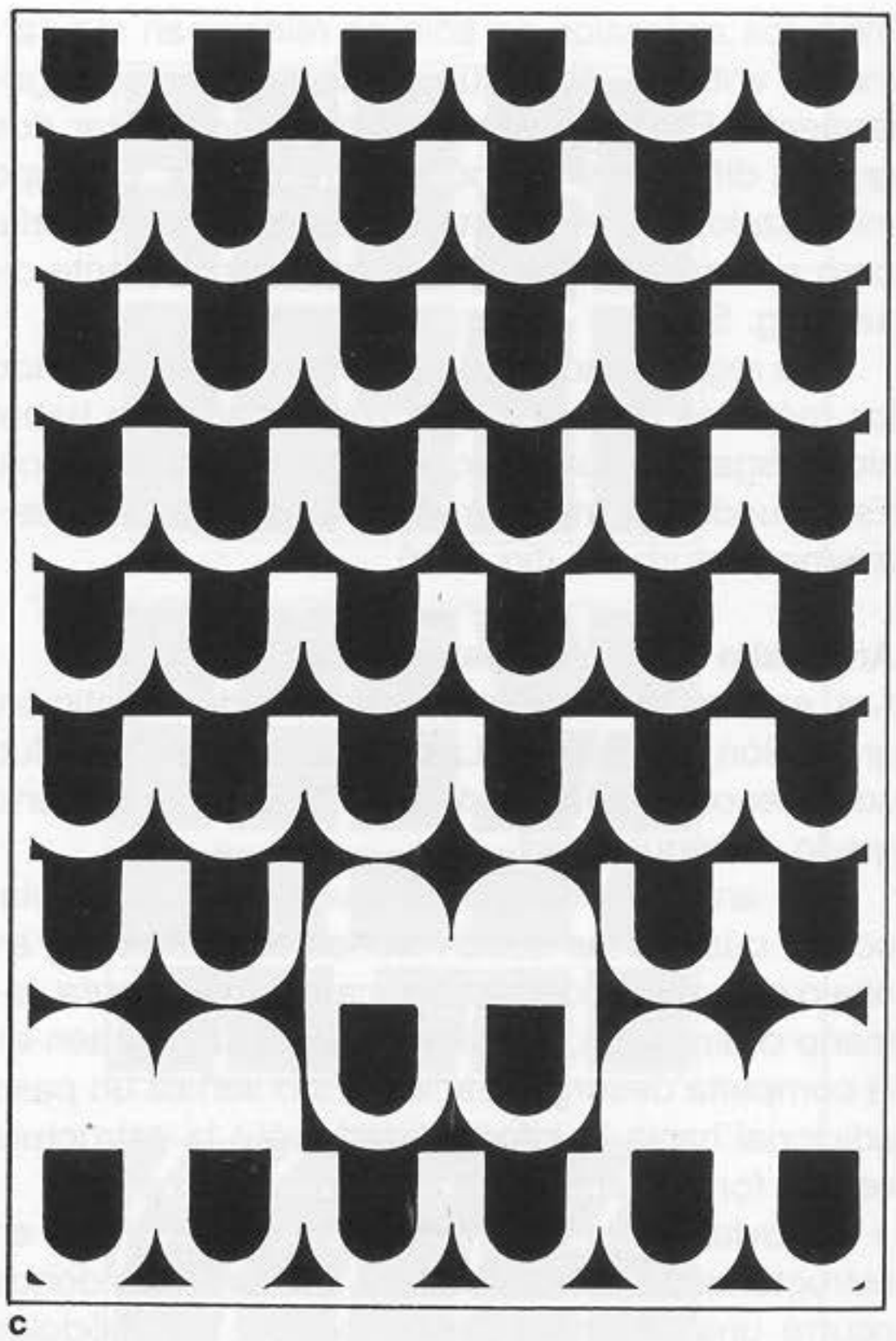
58



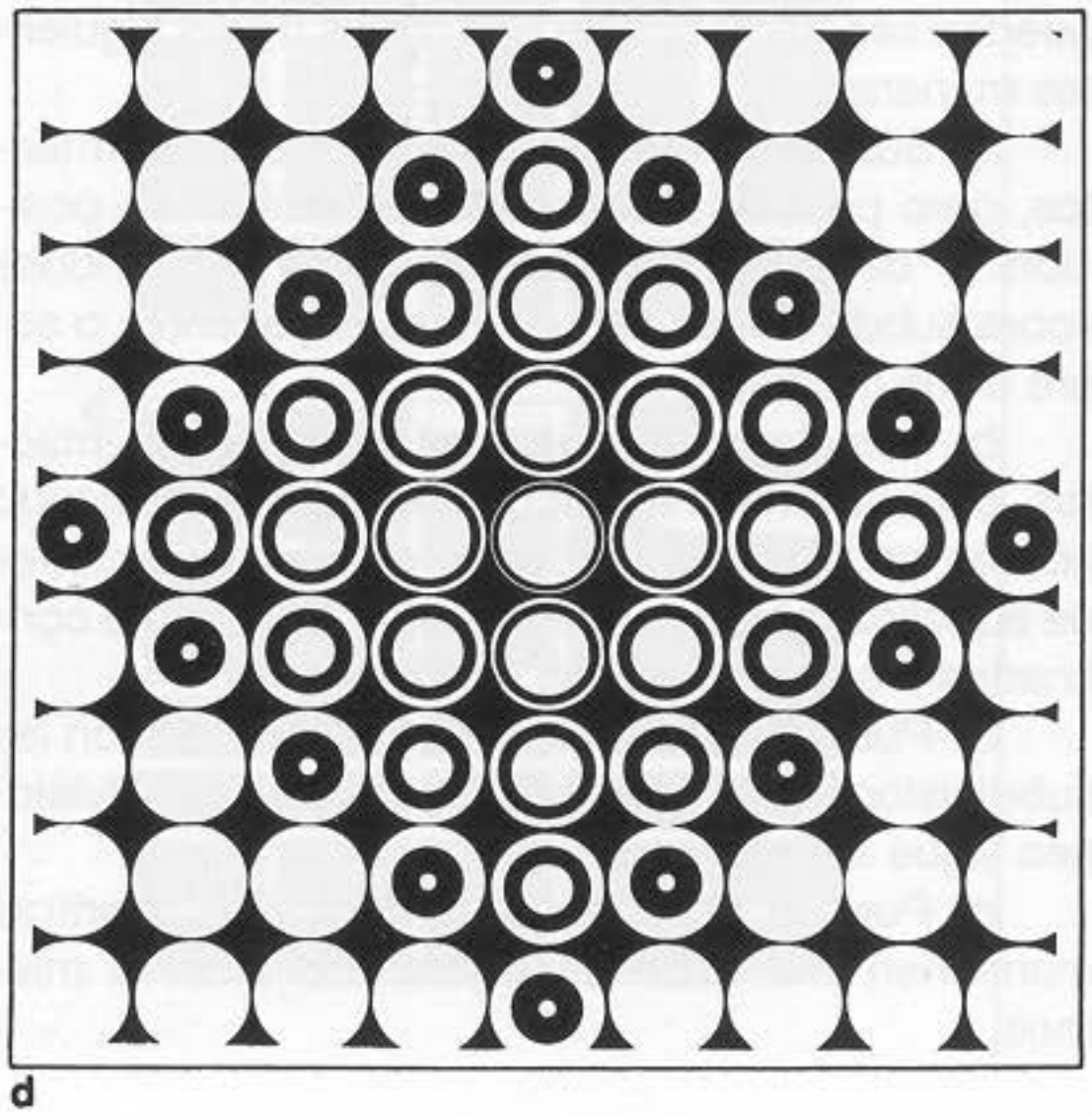
a



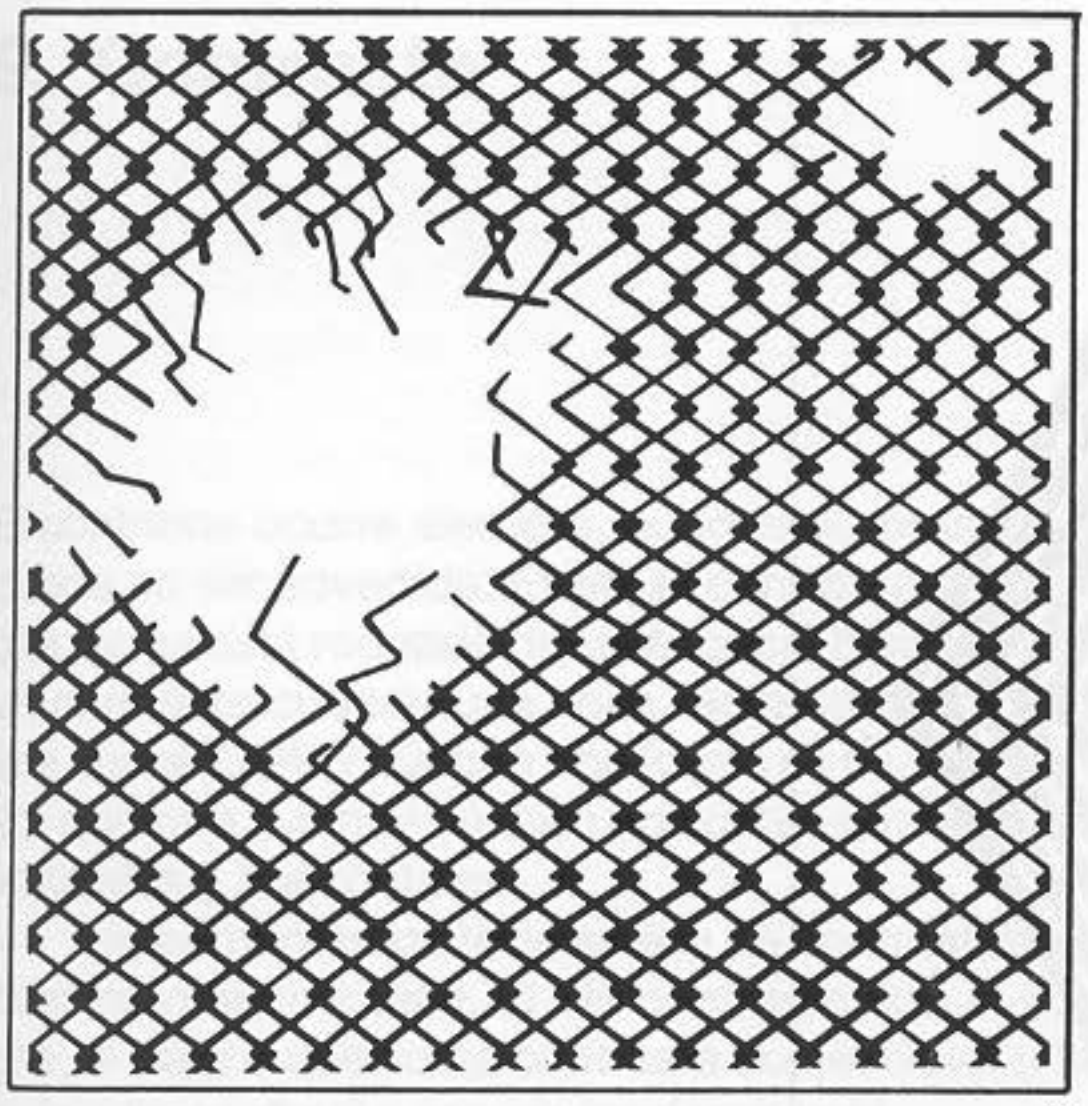
b



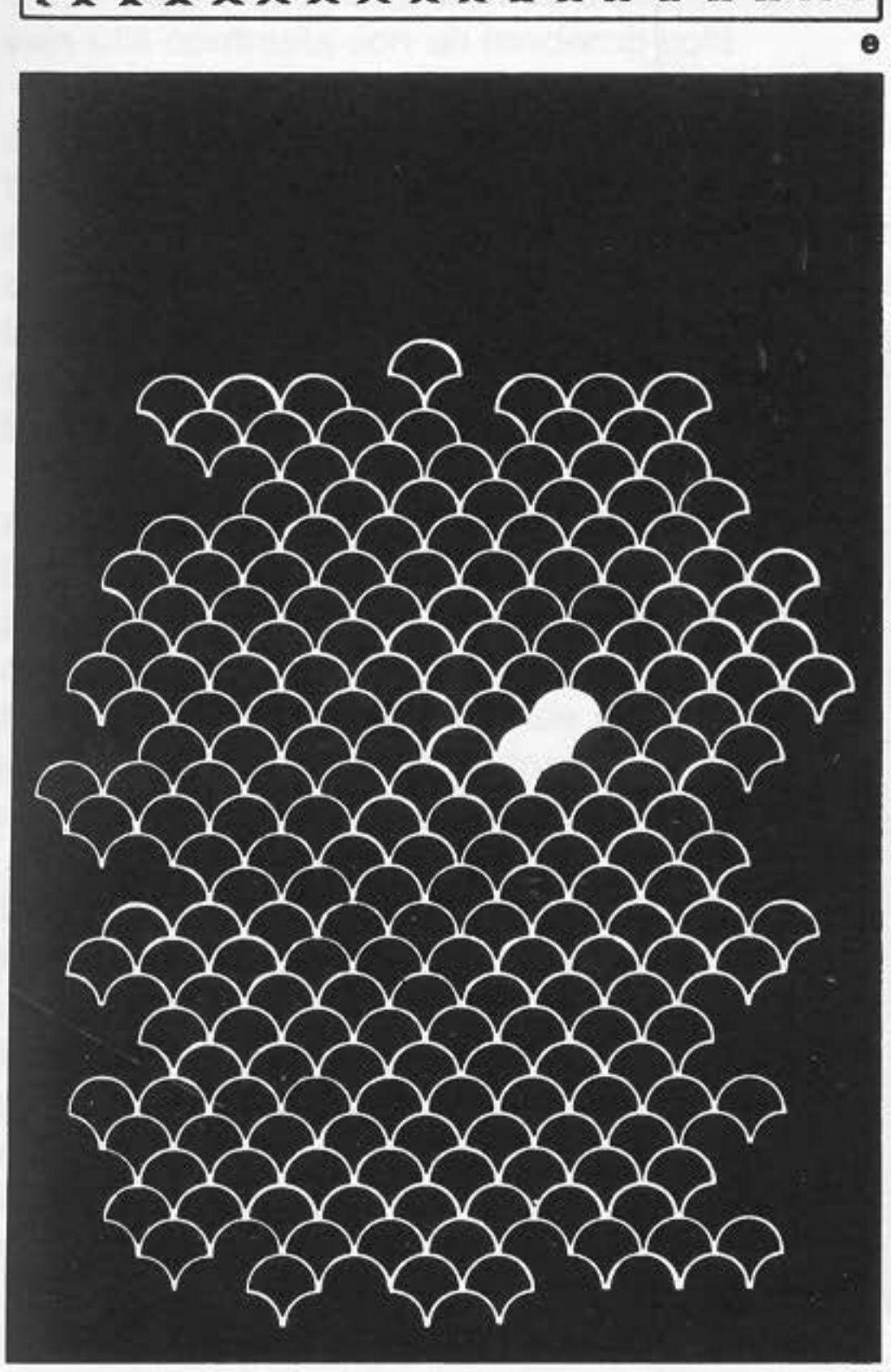
c



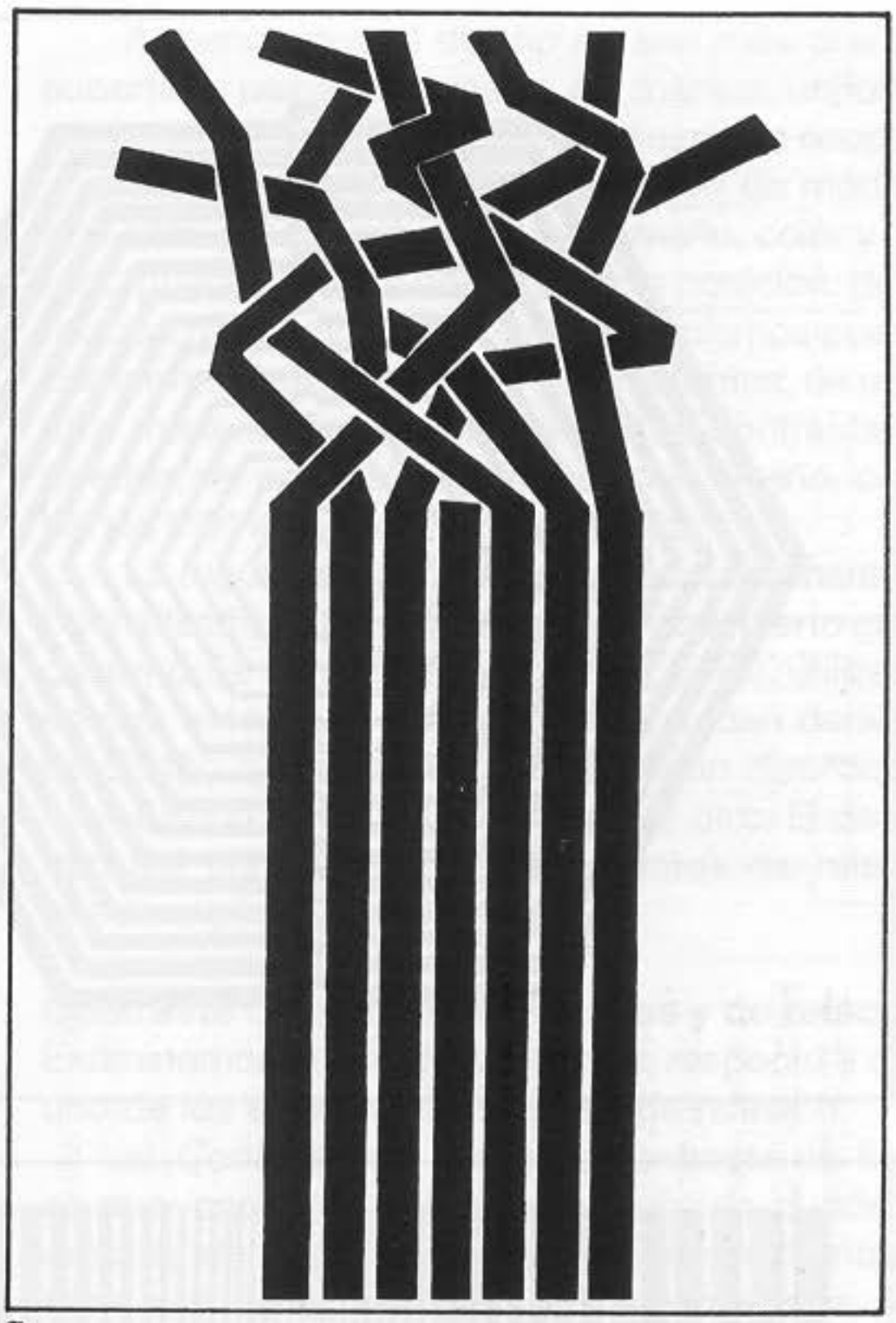
d



e

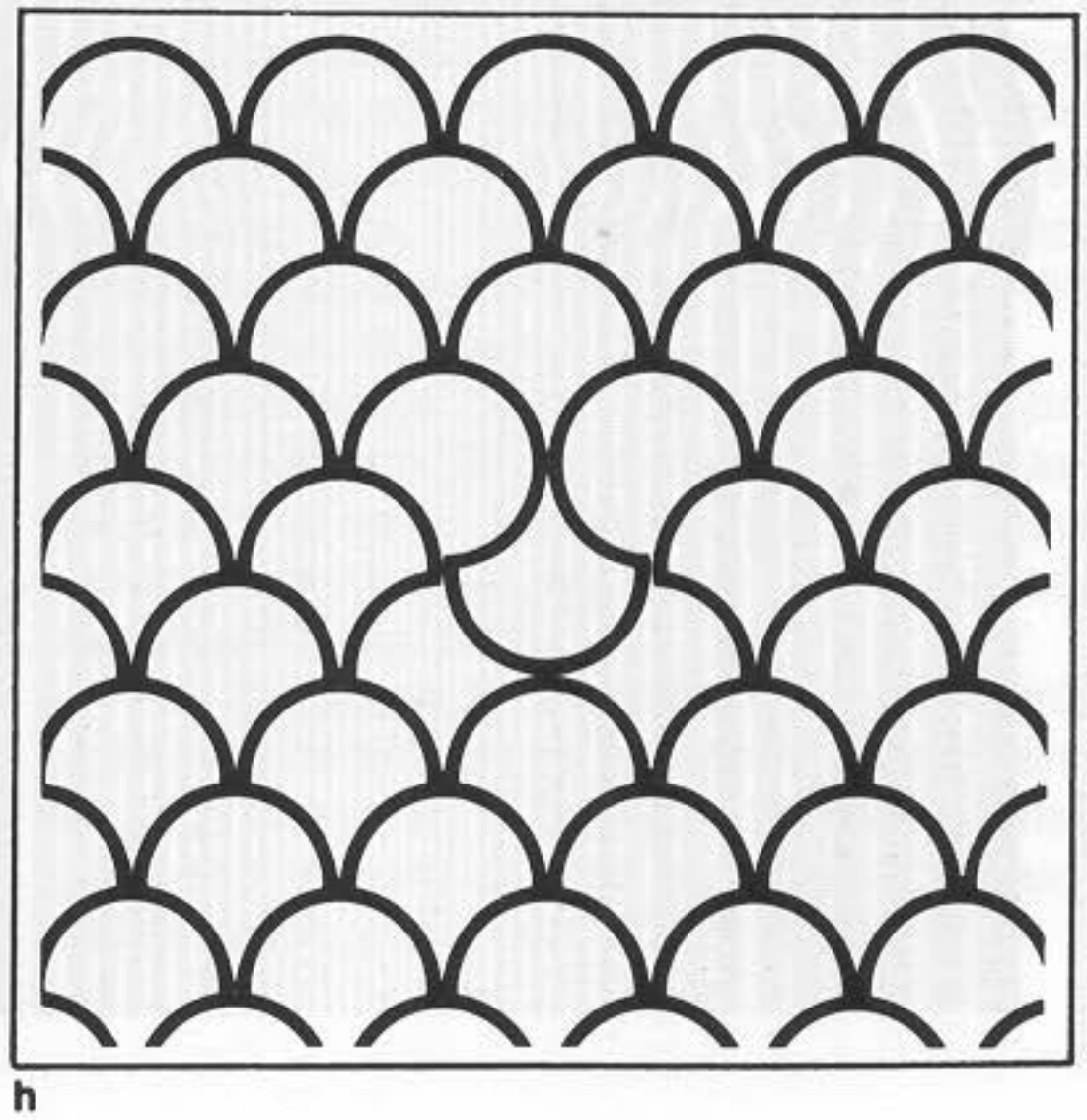


f



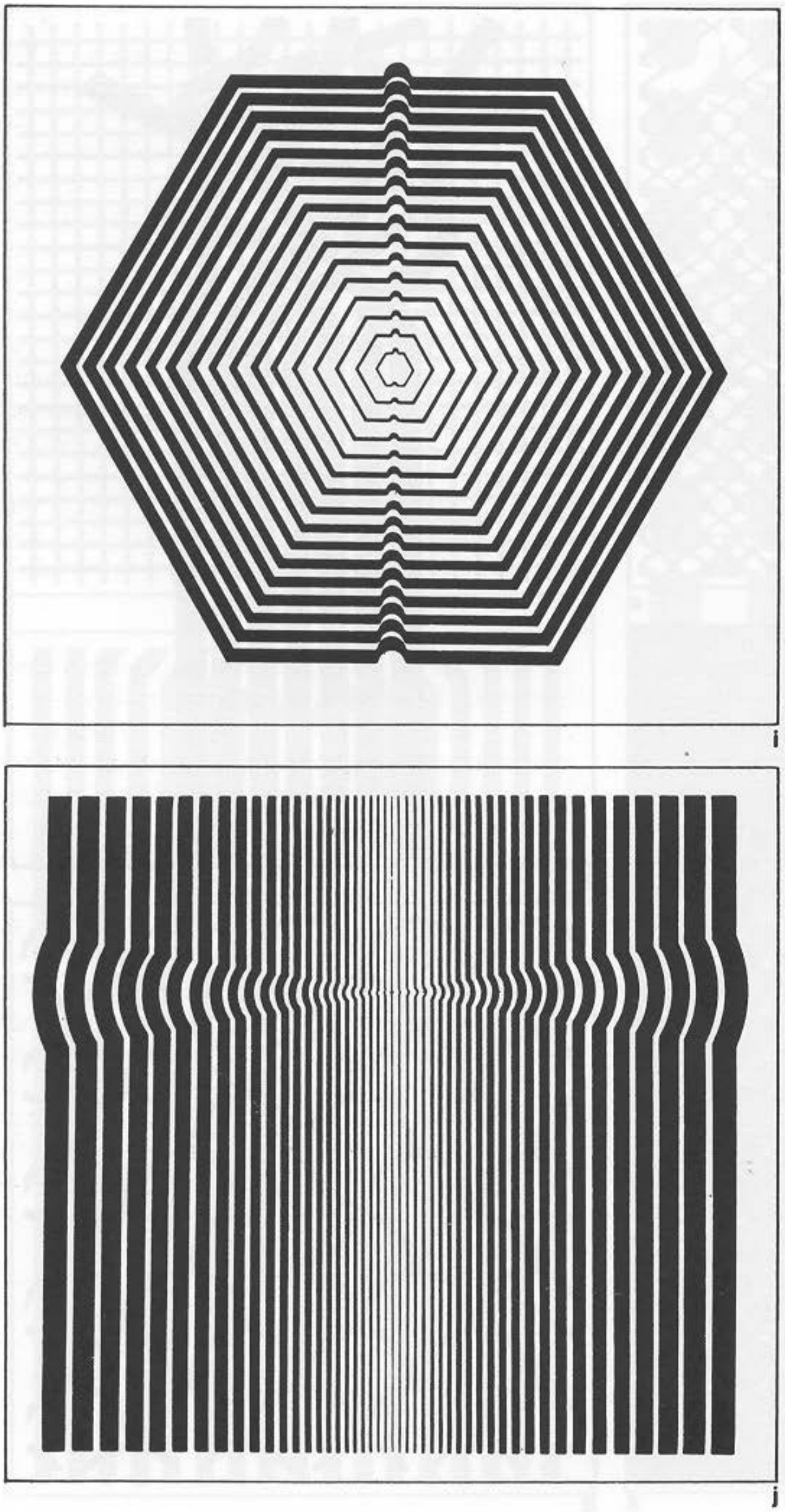
58

g



h

58



i

j

9. Contraste

El contraste ocurre siempre, aunque su presencia pueda no ser advertida. Existe el contraste cuando una forma está rodeada de un espacio blanco. Hay un contraste cuando una línea recta se cruza con una curva. Lo hay cuando una forma es mucho mayor que otra. Lo hay cuando coexisten direcciones verticales y horizontales.

Experimentamos toda suerte de contrastes en nuestra vida cotidiana. El día contrasta con la noche; el pájaro que vuela contrasta con el cielo; una vieja silla contrasta con un moderno sofá.

El contraste llega mucho más allá de las oposiciones comúnmente reconocidas. Es muy flexible: puede ser suave o severo, difuso u obvio, simple o complejo. La forma A puede parecer contrastante con la B, pero cuando se introduce la C, las formas A y B pueden parecer más similares que contrastantes entre sí, y ambas pueden contrastar con la C en grados variados.

El contraste es sólo una clase de comparación, por la cual las diferencias se hacen claras. Dos formas pueden ser similares en algunos aspectos y diferentes en los otros. Sus diferencias quedan enfatizadas cuando hay un contraste. Una forma puede no parecer grande si es vista por sí sola, pero puede parecer gigantesca junto a formas vecinas diminutas.

Contraste, regularidad y anomalía

La anomalía existe en la regularidad, bajo la forma de elementos irregulares. Existe un contraste entre la anomalía y la regularidad porque la regularidad es la observación de cierta clase de disciplina, mientras la anomalía es la desviación de ella. Sin embargo, el contraste existe asimismo dentro de la propia regularidad.

A menos que el diseño no sea más que una superficie plana, coloreada de manera uniforme, siempre hay un contraste entre el espacio ocupado y el espacio vacío. En la disposición de módulos que sean repetitivos en figura, tamaño, color y textura, pueden ocurrir contrastes de posición, de dirección o de ambos. Los módulos mismos pueden componerse de elementos contrastantes, de una u otra manera. Todos los elementos contrastantes pueden ser entretejidos juntos en el diseño, como partes intrínsecas de la regularidad.

La regularidad no produce necesariamente un buen diseño, aunque puede garantizar cierto grado de armonía. El mismo grupo de módulos, utilizados en una estructura de repetición, pueden derivar a un diseño opaco en las manos de un diseñador y a un diseño llamativo en manos de otro. El debido uso del contraste en los elementos de relación puede explicar esa diferencia.

Contraste de elementos visuales y de relación

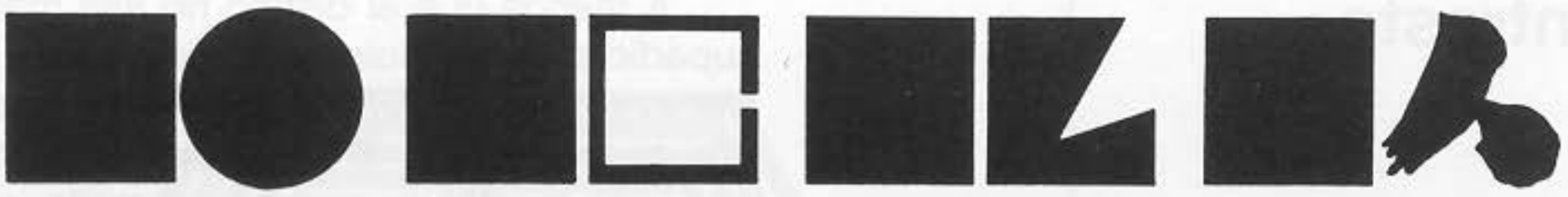
Examinemos el uso del contraste, respecto a cada uno de los elementos visuales y de relación:

a) Contraste de figura. El contraste de figura es muy complicado porque una figura puede ser descrita de múltiples maneras. Existe el contraste entre una figura geométrica y una orgánica, pero dos figuras geométricas pueden estar en contraste si una es angulosa y la otra no lo es. Otros casos comunes de contraste de figura son: curvilínea/rectilínea, plana/lineal, mecánica/caligráfica, simétrica/asimétrica, hermosa/fea, simple/compleja, abstracta/representativa, distorsionada/no distorsionada, etc. (fig. 59a).

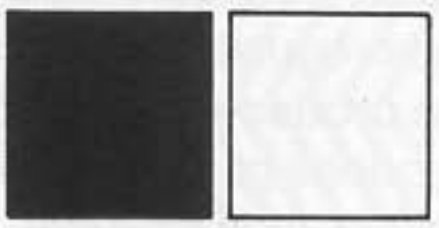
b) Contraste de tamaño. El contraste de tamaño es directo. El contraste entre lo grande y lo pequeño se ve en las formas planas, mientras el contraste entre lo largo y lo corto se ve en las formas lineales (fig. 59b).

c) Contraste de color. Una discusión detallada sobre los contrastes de color estaría más allá del alcance de este libro, pero algunos casos comunes pueden ser mencionados aquí: luminoso/oscuro, brillante/opaco, cálido/frío, etc. (fig. 59c).

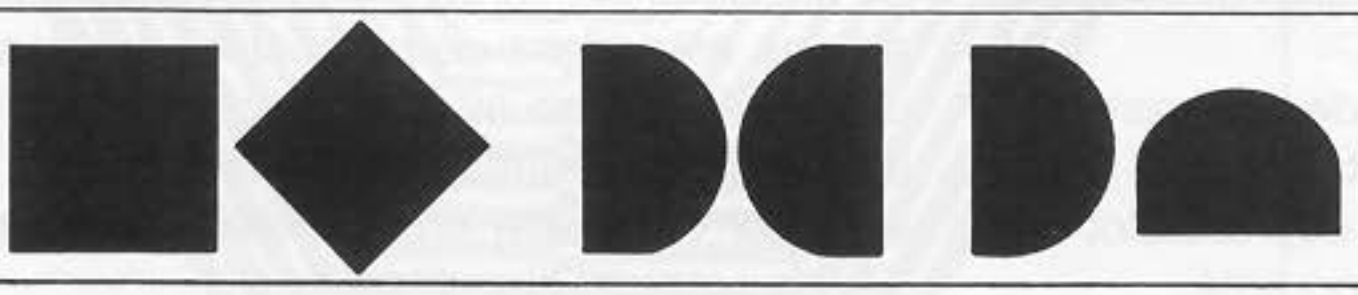
59

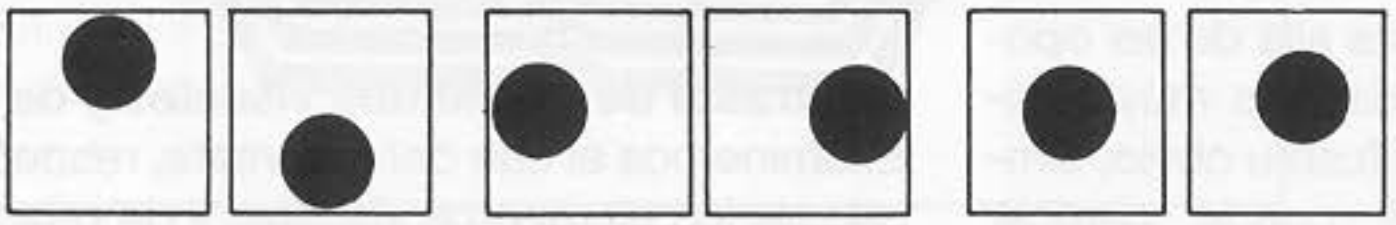
a 

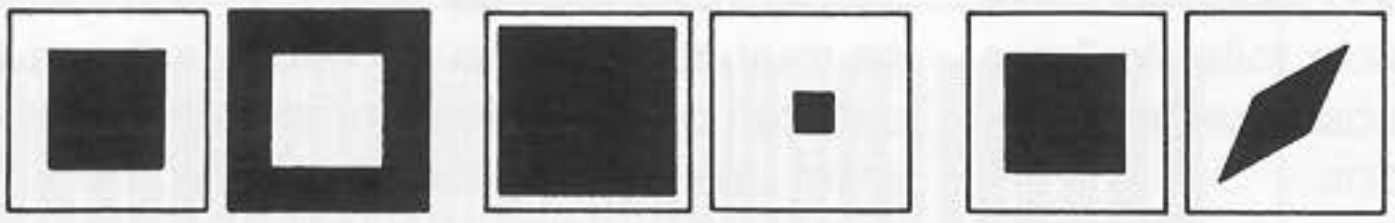
b

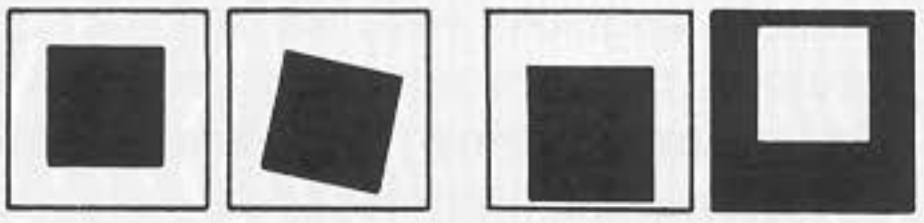
c 

d

e 

f 

g 

h 

60

a

b

c

d

61

a

b

d) Contraste de textura. La textura habrá de ser el tema de un capítulo posterior. Sin embargo, algunos casos típicos de contrastes en textura son: suave/rugoso, pulido/tosco, parejo/desparejo, opaco/satinado, etc. (fig. 59d).

e) Contraste de dirección. Dos direcciones cualesquiera, que se encuentren a un ángulo de 90°, están en contraste máximo. Dos formas que se enfrentan entre sí crean un contraste de naturaleza muy distinta, porque no dejan de ser paralelas, aunque una de ellas ha sido rotada en 180° (fig. 59e).

f) Contraste de posición. La posición de una forma es reconocida por su relación con el marco, o el centro, o la subdivisión estructural que la contiene, o las líneas estructurales cercanas u otra forma. Los contrastes comunes de posición son: arriba/abajo, alto/bajo, izquierda/derecha, céntrico/excéntrico (fig. 59f).

g) Contraste de espacio. El espacio será también el tema de un capítulo posterior. Cuando el espacio es considerado como un plano liso, se perciben los contrastes ocupado/vacío, o positivo/negativo. El espacio en blanco puede ser visto como apretado o como expansivo, y puede tener contrastes de figura y tamaño si es visto como una forma negativa. Cuando el espacio es considerado como ilusorio, las formas pueden parecer como que avanzan o retroceden, estar cerca o lejos, ser chatas o tri-dimensionales, paralelas o no-paralelas al plano de la imagen, etc., en contraste espacial entre sí (fig. 59g).

h) Contraste de gravedad. Hay dos tipos de contraste de gravedad: estable/inestable y ligero/pesado. La estabilidad o inestabilidad puede ser debida a la figura misma, o debida a la conformidad o desviación con la verticalidad o la horizontalidad. Una forma estable es estática, mientras una forma inestable sugiere un movimiento. La liviandad o el peso de una forma pueden deberse al uso del color, pero están asimismo afectados por la figura y por el tamaño (fig. 59h).

Contrastes dentro de una forma

Es común que las formas individuales o los módulos contengan elementos contrastantes que pueden contribuir a que parezcan más interesantes. A veces el contraste existe sin que sea notado, pero un diseñador debe ser sensible a su presencia. El uso efectivo del contraste es de primordial importancia en el diseño.

Para aguzar nuestra conciencia de los contrastes dentro de una forma, escogemos cuatro formas y las examinamos cuidadosamente:

La figura 60a se compone de tres bordes: dos líneas rectas de un mismo largo que son parte de un cuadrado, y una línea curva que es parte de un círculo. Existe un contraste de forma (angular/no angular).

La figura 60b se compone de un cuadrado y un círculo. El círculo es obviamente mucho más pequeño que el cuadrado. Así que no hay sólo un contraste de figura (angular/no angular) sino asimismo un contraste de tamaño (grande/pequeño).

La figura 60c se compone de un cuadrado y dos círculos. Los círculos son pequeños de tamaño, como en la figura 60b. Así que hay un contraste de figura y uno de tamaño, y asimismo hay un contraste de posición (izquierda/derecha) entre ambos círculos pequeños.

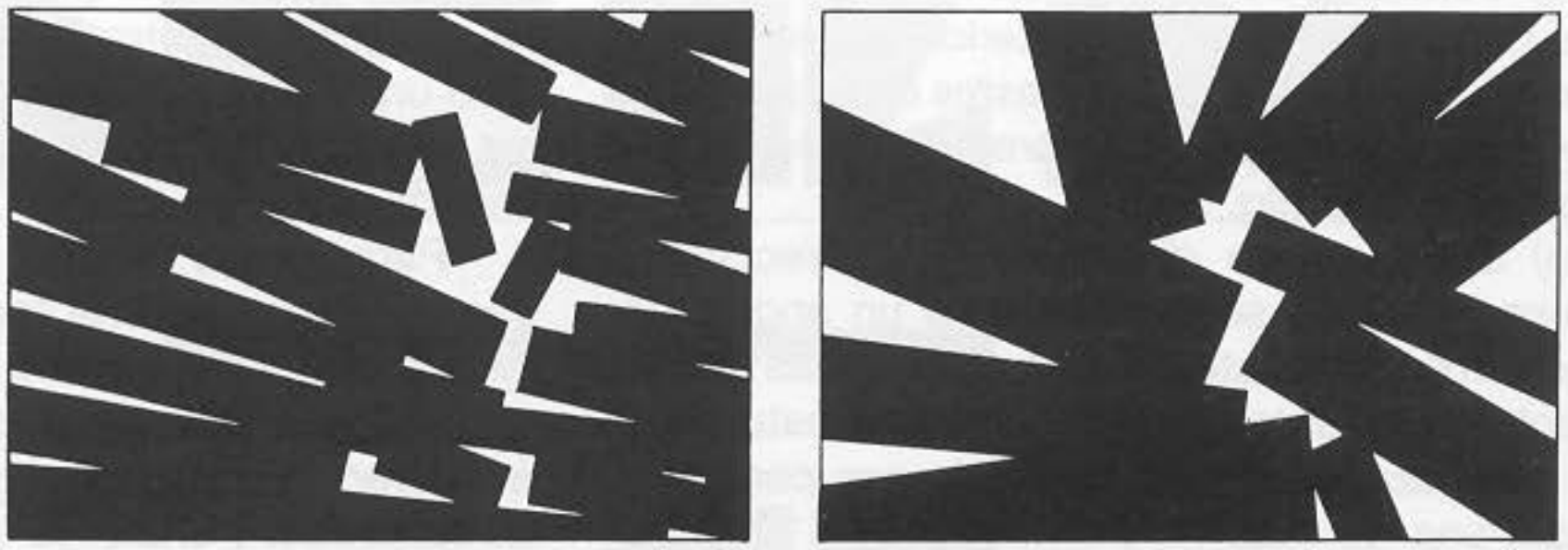
Igual que la 60c, la figura 60d se compone de un cuadrado y dos círculos, pero de manera diferente. Hay un contraste de figura, así como un contraste de tamaño y un contraste de posición. Además, hay un contraste de espacio (positivo/negativo), porque un círculo está sumado al cuadrado, en tanto el otro está sustraído de él.

La estructura de contraste

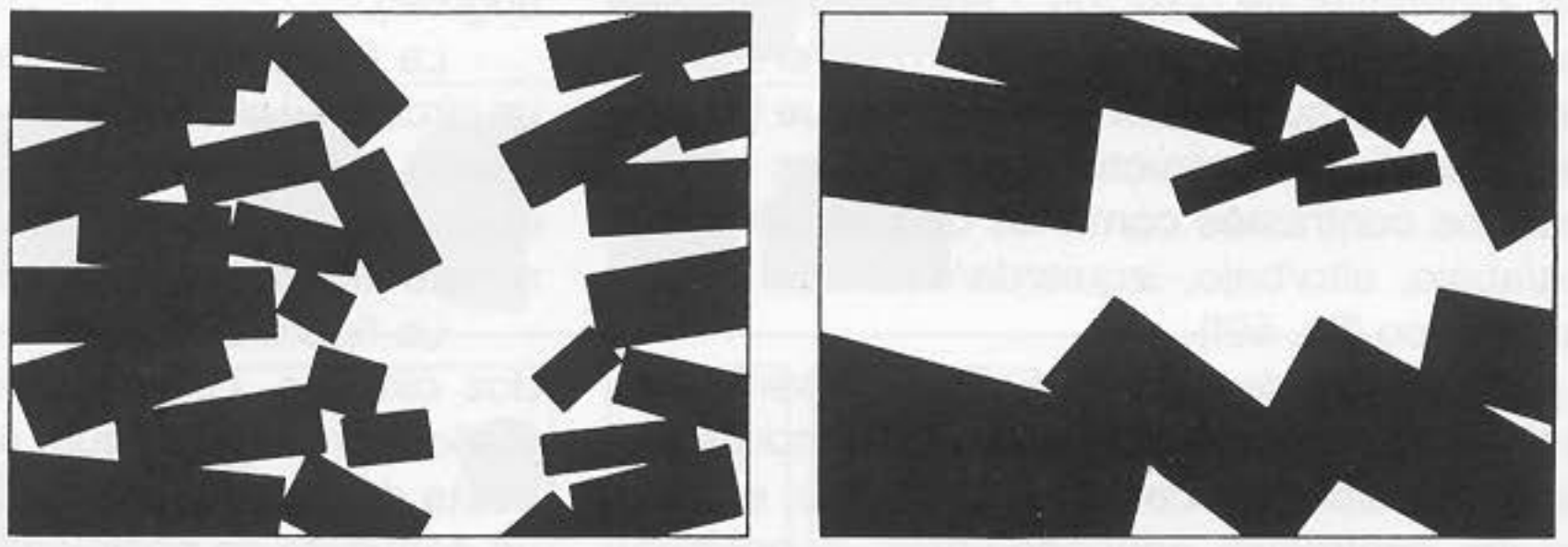
La manipulación de contrastes de los elementos de relación puede establecer una estructura de contrastes. Este tipo de estructura es completamente informal, excluyendo hasta donde sea posible la regularidad estricta.

Como ya hemos visto, una estructura formal (repetición, gradación o radiación) se compone de líneas estructurales regularmente construidas, o de subdivisiones que guían la organización de los módulos dentro de un orden definido. Una estructura informal no tiene líneas estructurales y los módulos quedan colocados libremente. El equilibrio se mantiene en ambos casos, pero en cada caso es un

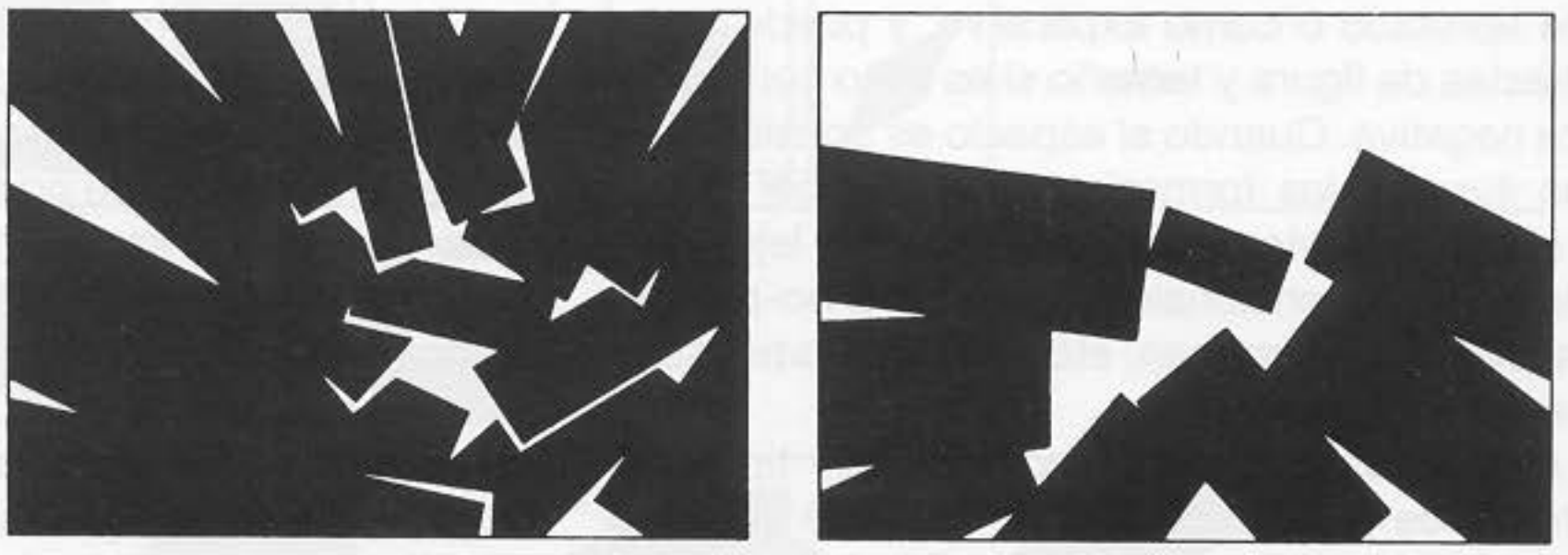
a



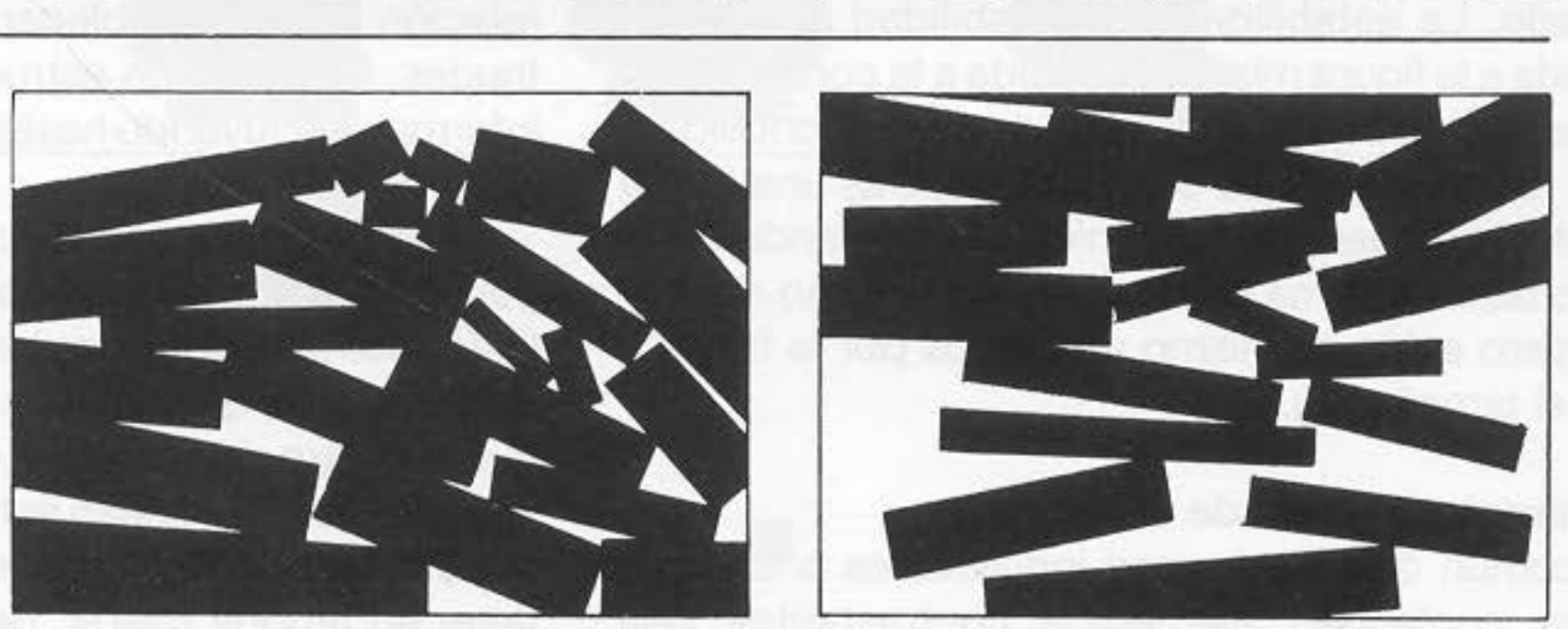
b



c



d



tipo distinto de equilibrio. Para ilustrar esto: el equilibrio en una estructura formal es como distribuir dos pesos iguales en puntos equidistantes del centro de una balanza (fig. 61a), mientras el equilibrio en una estructura informal es como distribuir dos pesos desiguales a distancias desiguales de ese centro, alejando el peso más liviano y acercando el pesado, con delicados ajustes (fig. 61b).

En una estructura de contraste, los módulos rara vez son repetitivos tanto en figura como en tamaño, sino que están en una suelta relación de similitud. Puede haber más de una sola clase, pero habitualmente hay una clase que domina. Entre las dos o más clases de módulos, pueden existir contrastes de figura, tamaño, color, o de algunos de ellos a la vez.

No pueden establecerse reglas definidas para la organización de una estructura de contraste. Las figuras y los tamaños de los módulos habrán de ajustarse como se crea necesario. Se busca la similitud no sólo entre cada uno de los elementos de relación, a fin de mantener una sensación de unidad, con contrastes ocasionales que aporten una tensión y una excitación visual.

Veremos ahora cómo cada uno de los elementos de relación puede ser manipulado en una estructura de contraste:

a) Dirección. Casi todos los módulos pueden tener direcciones similares. Las direcciones contrastantes son utilizadas para provocar una agitación. Asimismo, podemos disponer los módulos en toda clase de direcciones, creando grados variables de contraste entre ellos (fig. 62a).

b) Posición. Los módulos pueden ser dispuestos hacia los bordes opuestos del marco, creando tensión entre ellos (fig. 62b).

c) Espacio. El encuentro de módulos positivos y negativos (que deriva a una sustracción) es una forma de producir contraste espacial. El espacio puede ser empujado y comprimido por módulos que se chocan entre sí. Puede también quedar vacío, en contraste con zonas congestionadas (fig. 62c).

d) Gravedad. Los módulos que caen desde posiciones altas o bajas, o que ascienden de bajas a altas, pueden sugerir una fuerza de gravedad. Los módulos estables e inestables, los módulos estáticos y móviles, los módulos pesados y livianos, pueden ser reunidos en un contraste efectivo de gravedad (fig. 62d).

Dominación y énfasis

Dos factores deben ser considerados en una estructura de contraste:

Dominación de una mayoría. La dominación es obtenida por un tipo de módulo que ocupe en un diseño más espacio que otros tipos. Estos módulos, distinguidos de los otros por figura, tamaño, color, textura, dirección, posición, espacio y/o gravedad, están en mayoría porque han sido repartidos sobre una zona mayor. La dominación de una mayoría tiende a llevar al diseño a un conjunto integrado.

Énfasis de una minoría. La dominación de la mayoría no relega necesariamente a la minoría. Por lo contrario, la minoría queda a menudo enfatizada y exige mayor atención. Es como una anomalía, a la que se ve más prontamente.

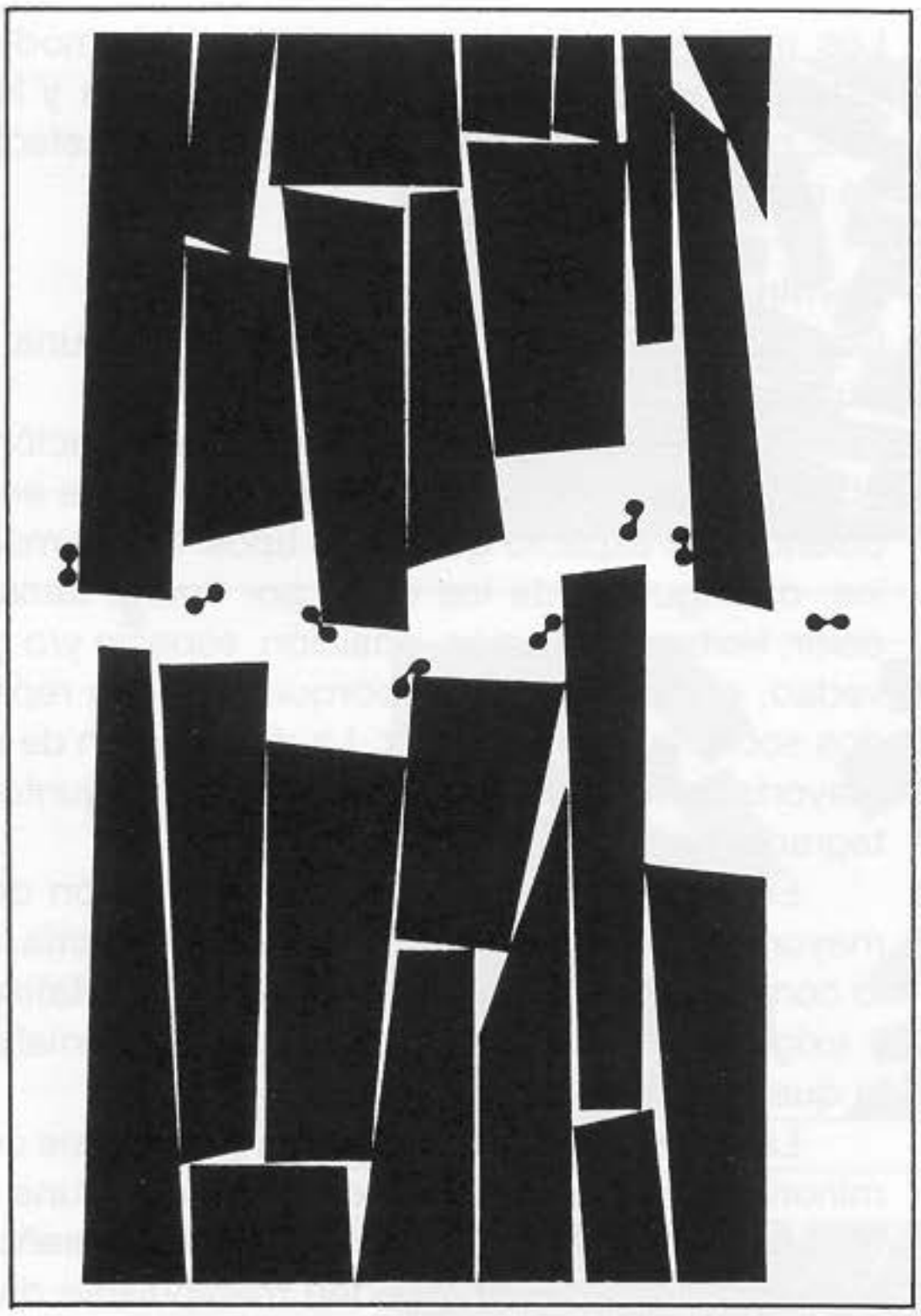
La dominación de la mayoría y el énfasis de la minoría funcionan normalmente juntas en una estructura de contraste. Incluso si hay en el diseño un solo tipo de módulos, pueden manipularse diversos elementos de relación para crear la dominación y el énfasis. La dominación de la mayoría es como el peso mayor, más cercano al centro de la balanza, y el énfasis de la minoría como el peso más liviano, que se aleja de ese centro, estableciendo un equilibrio como se ilustra en la figura 61b.

Notas sobre los ejercicios

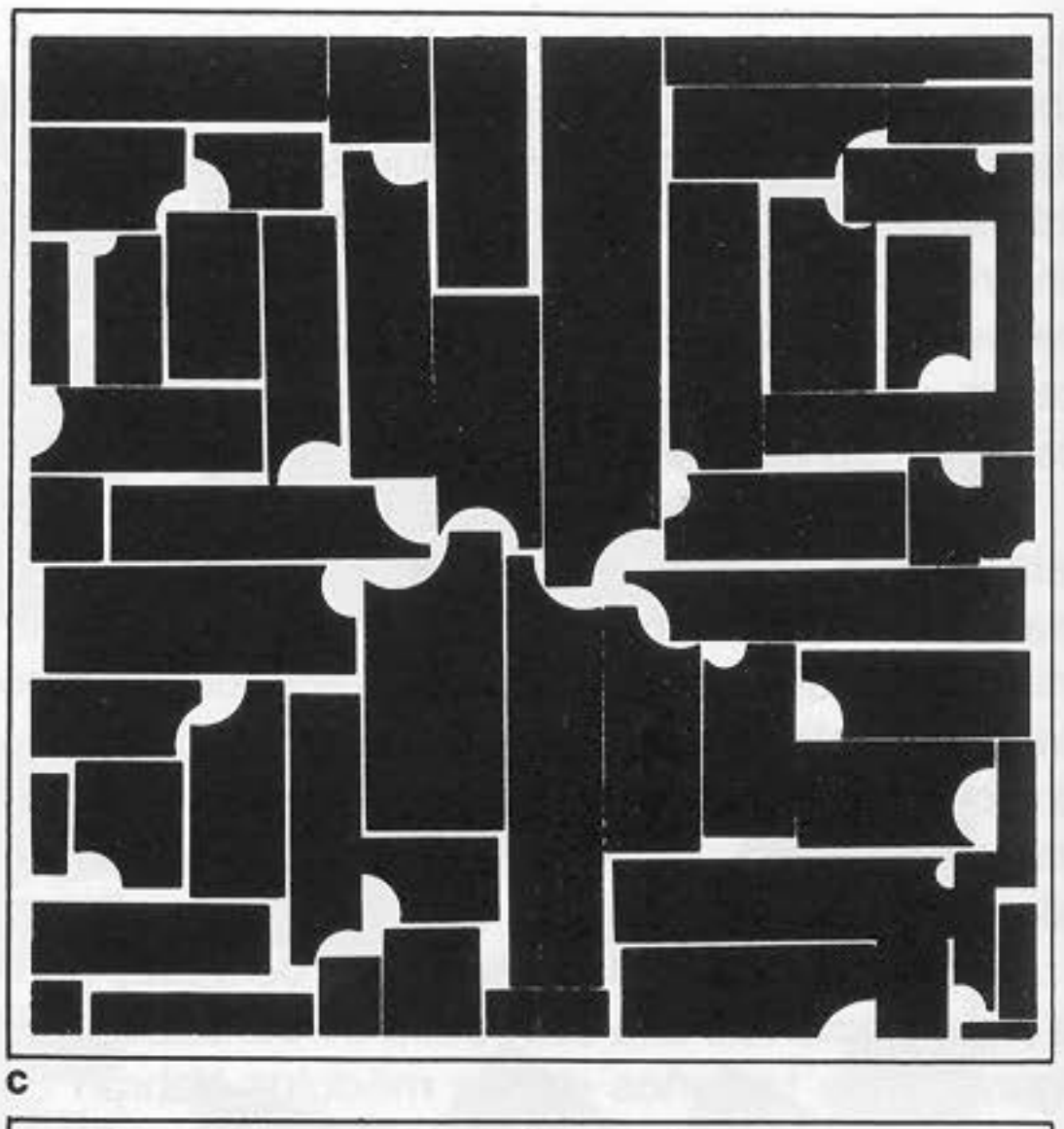
Las figuras 63a, b, c, d, e, f, g y h son ejemplos de estructuras de contraste. Se han usado dos clases de módulos: uno es rectilíneo y el otro curvilíneo. Las dos clases están en contraste de figura y en algunos casos también de tamaño. Se encuentran entre sí, creando nuevas figuras por unión o por sustracción. A ambas clases se les permite cambiar de figura dentro de cierto grado de similitud, y cambiar de tamaño más flexiblemente.

Nótese el uso del contraste en cada uno de los ejemplos.

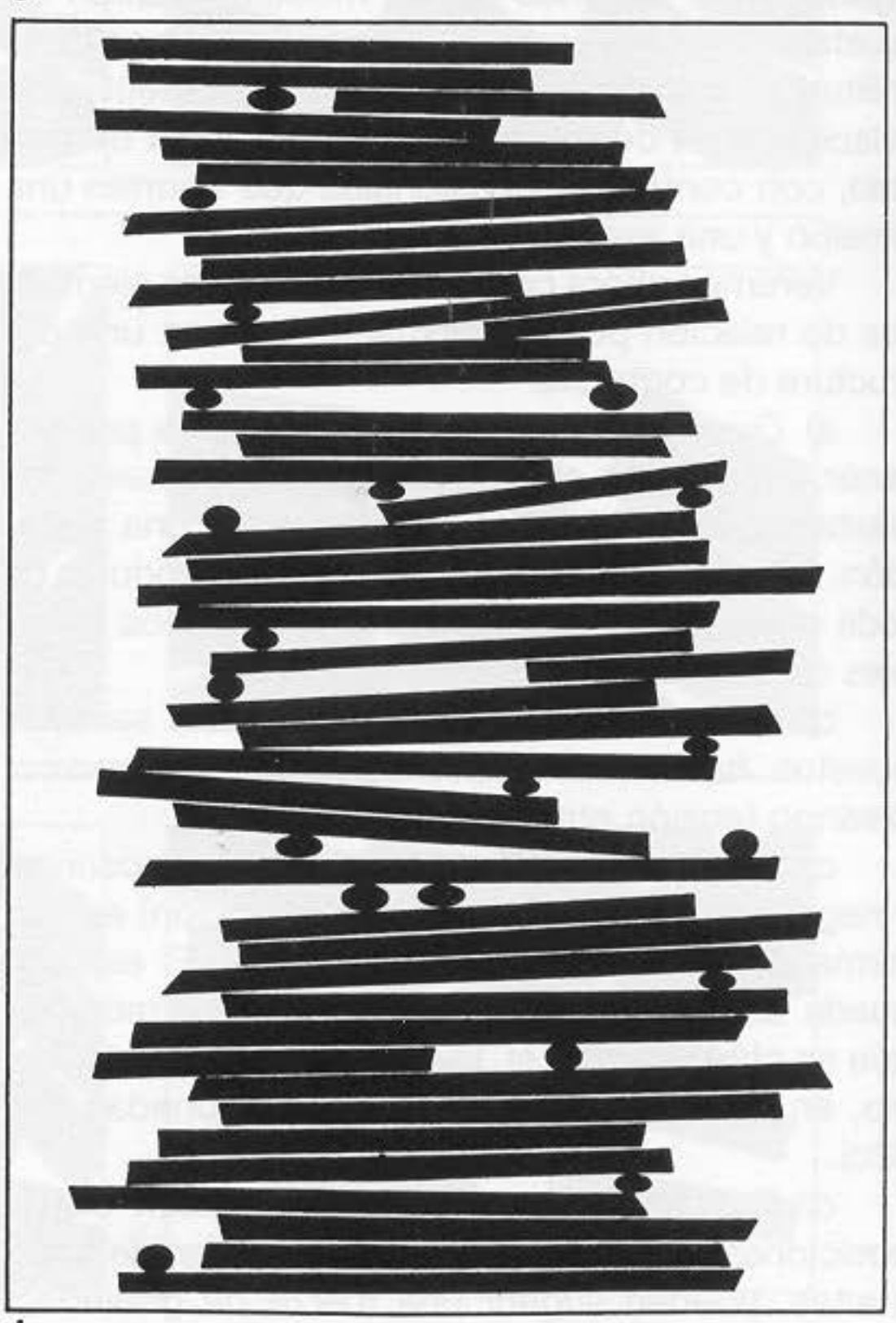
63

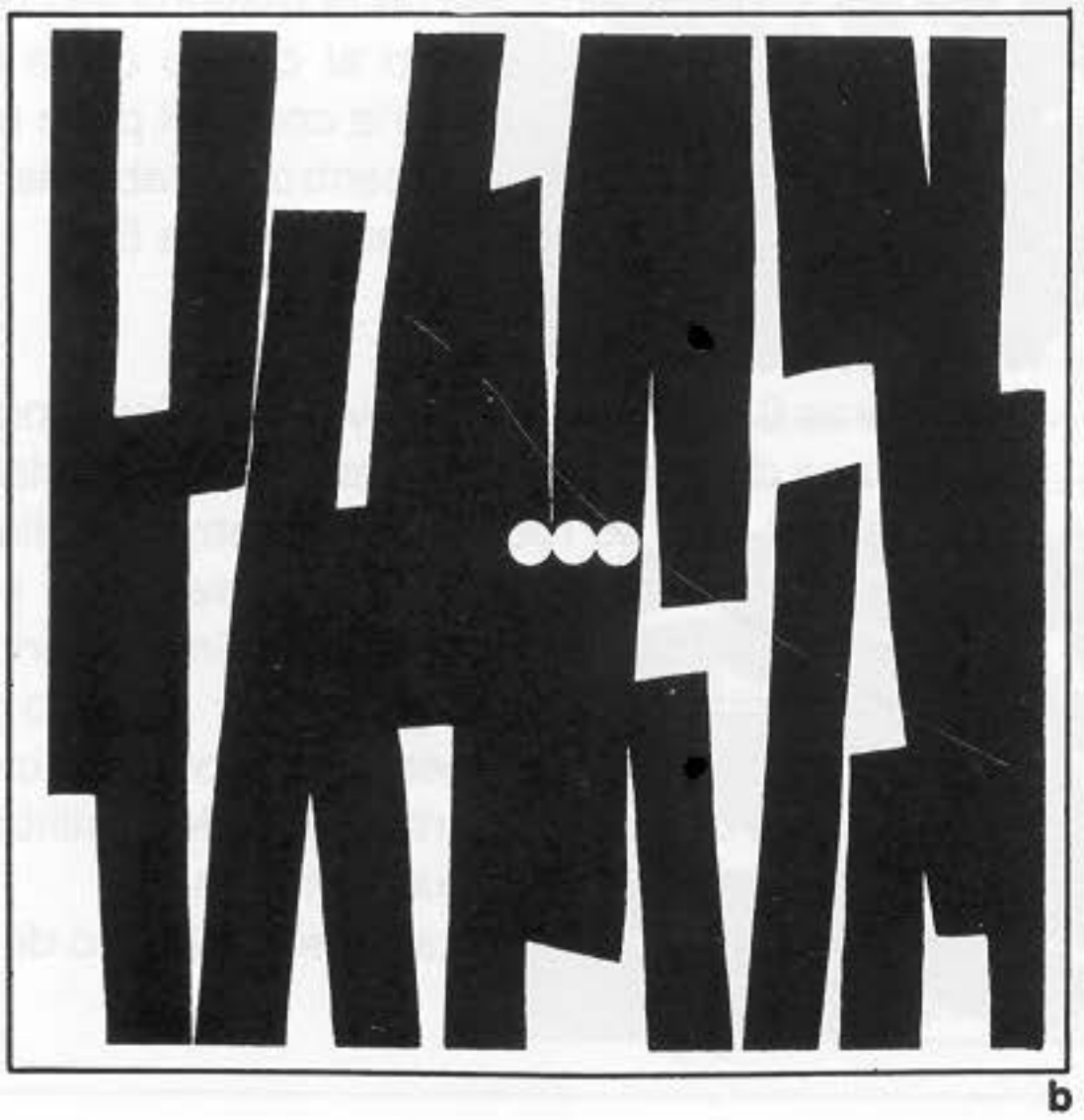


a



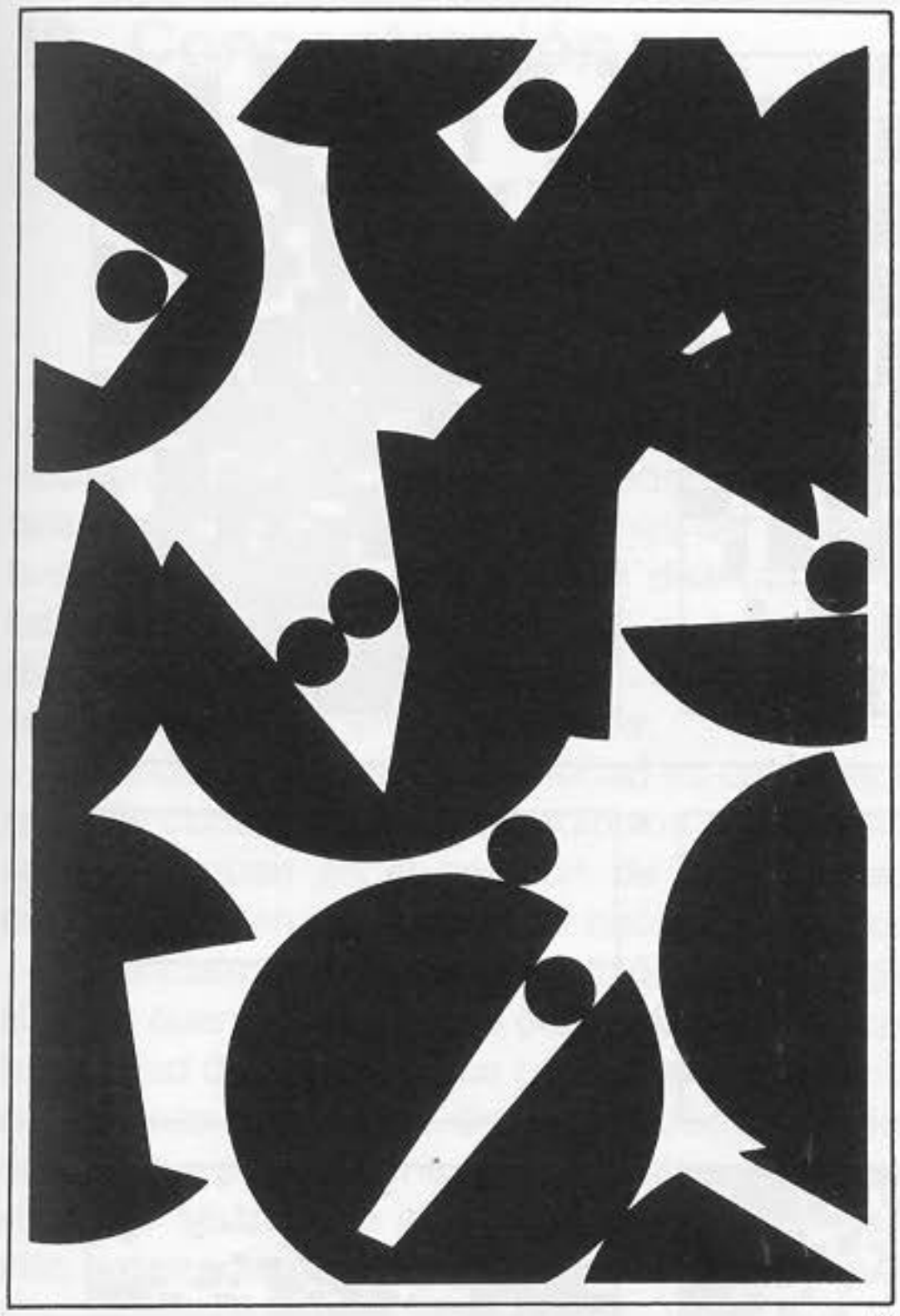
c



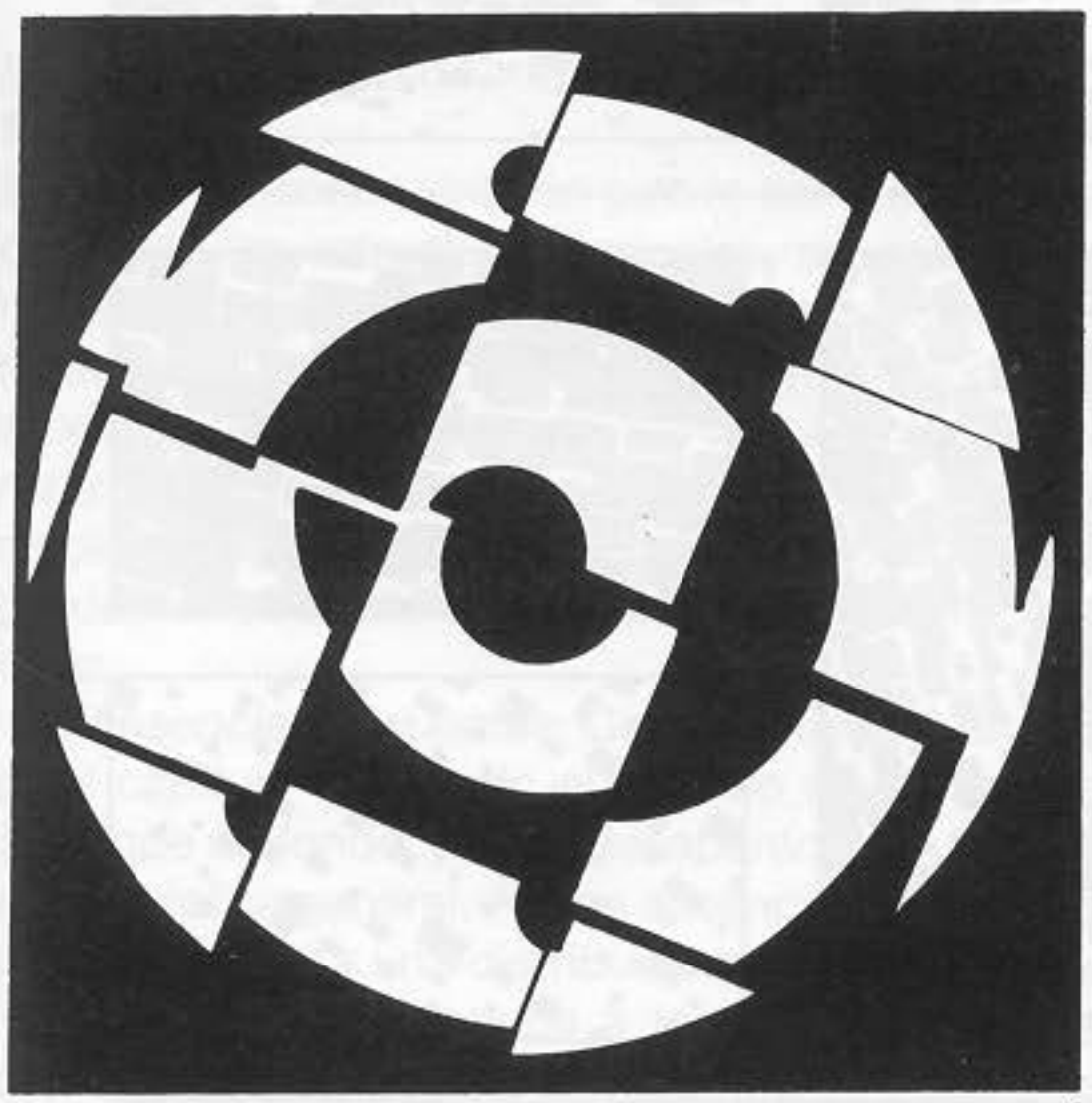


b

d

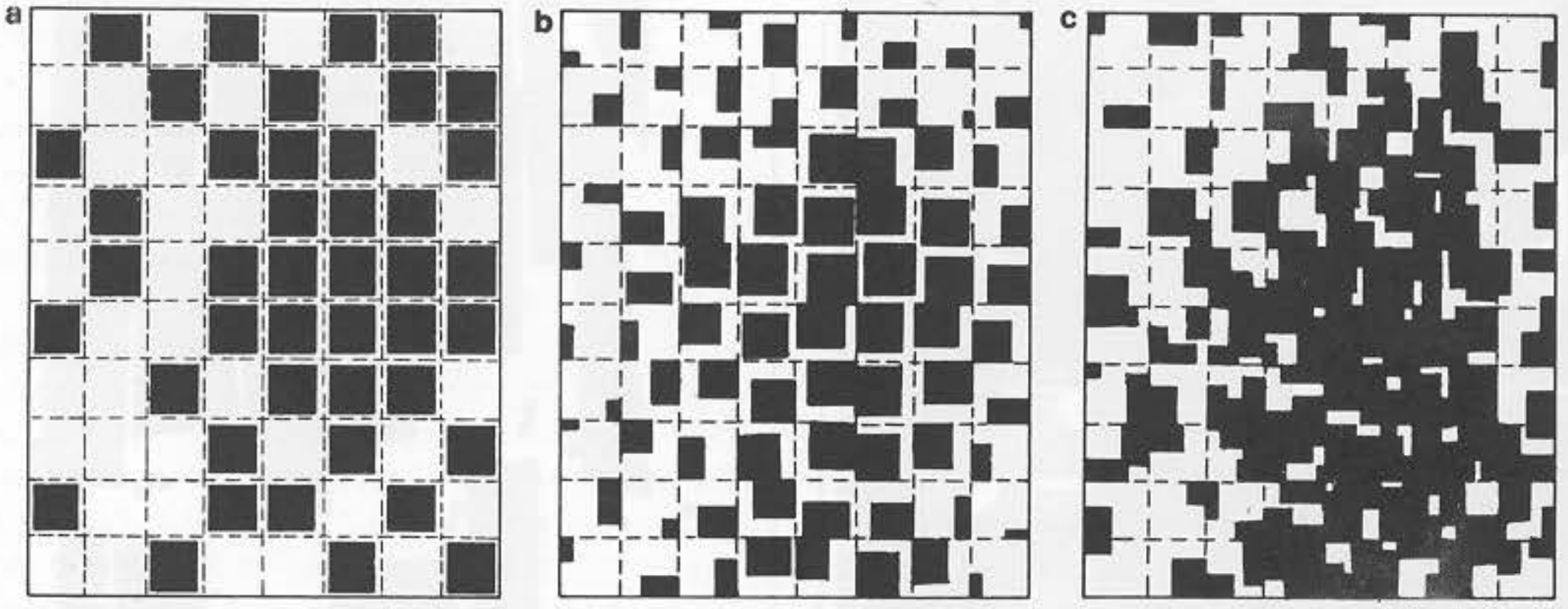


e



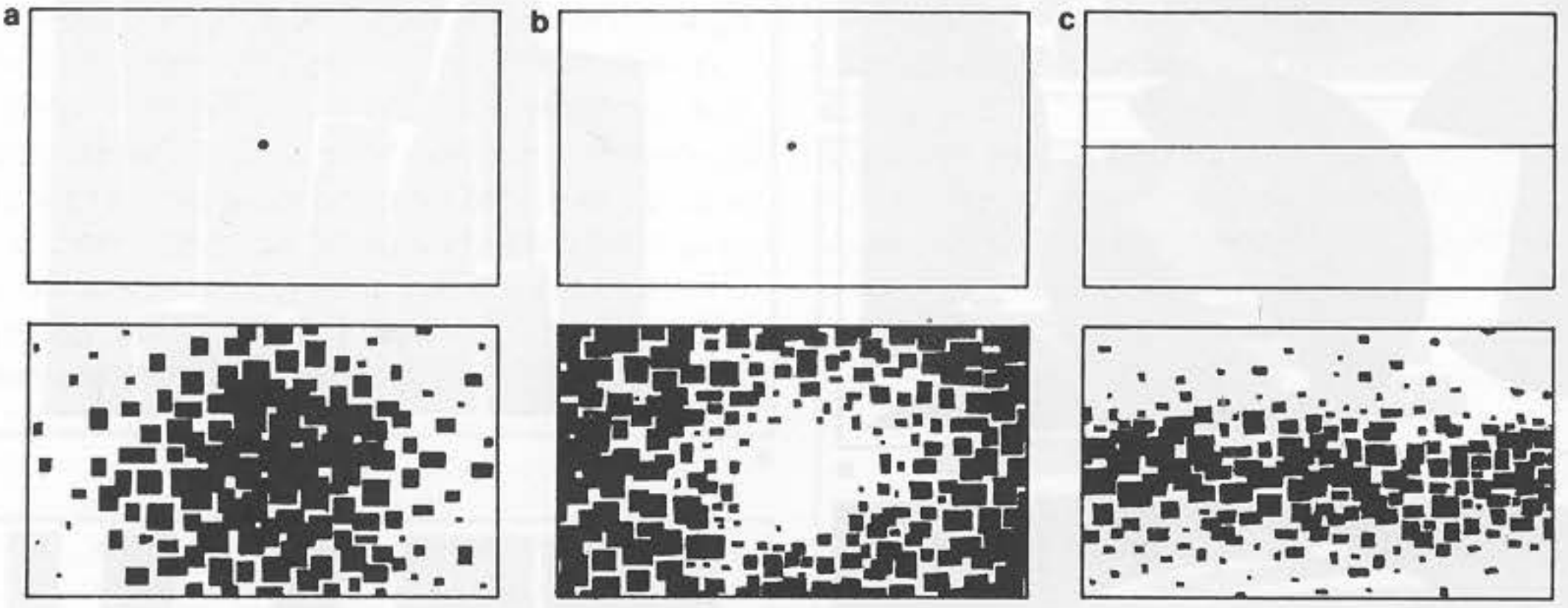
f

a b c

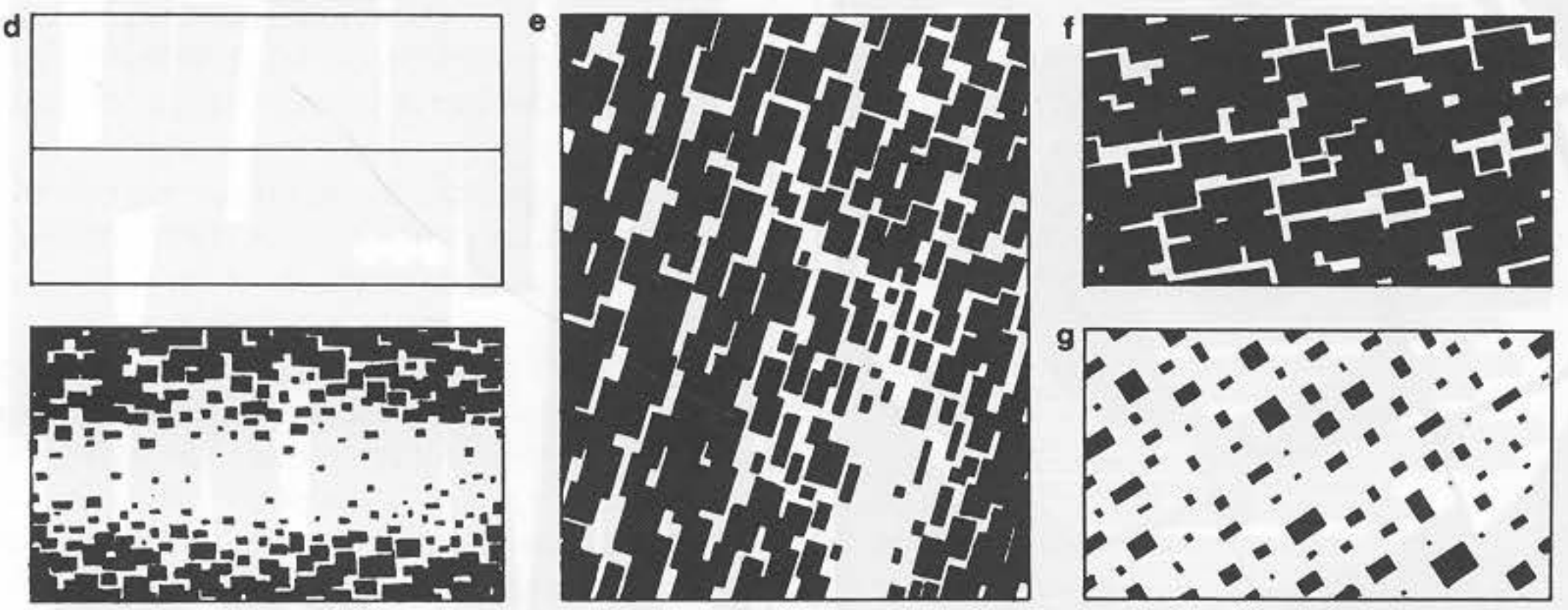


64

a b c



d e f



g

65

10. Concentración

La concentración se refiere a una manera de la distribución de los módulos, que pueden estar apretadamente reunidos en ciertas zonas del diseño o levemente repartidos en otras. La distribución es habitualmente despareja e informal, a veces con un sitio de reunión densa o de distribución tenue que se convierte en el centro de interés.

En nuestro ambiente, la ciudad es un ejemplo típico de concentración. Los edificios y las personas se agrupan en el corazón de toda ciudad, mientras comienzan a escasear hacia las afueras.

Esencialmente, la concentración es una organización cuantitativa. Aquí al diseñador le preocupa la cantidad de módulos que producen acentuaciones rítmicas o tensiones dramáticas, según varían de un sitio a otro. El contraste está relacionado con ella, pero se trata de un contraste entre menos y más, antes que de un contraste entre elementos visuales o de relación.

La concentración de módulos en estructuras formales

El efecto de concentración puede ser creado, aun dentro de las estructuras formales, sin cambiar la rígida disciplina estructural. El movimiento de los módulos queda sumamente restringido por las subdivisiones estructurales, las que asimismo dominan la zona ocupada por cada módulo y las direcciones de su disposición, pero la concentración puede ser obtenida de una de las siguientes maneras:

Ausencias frecuentes. Como lo hemos visto ya en el capítulo 2, cuando el módulo es del mismo color que su fondo, puede desaparecer sin afectar a la disciplina general. Así las ausencias frecuentes pueden derivar a una distribución despareja de los módulos, lo que conduce a la concentración en ciertos sitios del diseño. El esquema de ausencias puede ser irregular o completamente regular, según cuánta regularidad desee mantener el diseñador (fig. 64a).

Cambios posicionales. Los cambios posicionales de los módulos dentro de las subdivisiones estructurales activas pueden aumentar o disminuir la proporción de espacio ocupado en relación al espacio vacío. Ocurre el efecto de concentración cuando hay más espacio ocupado en una zona, rodeado de más espacio vacío en otras zonas. Los cambios direccionales pueden obtener a veces los mismos resultados. Los cambios regulares de gradación deben ser evitados en tales casos (fig. 64b).

Cambios cuantitativos. Si el tamaño de los módulos es pequeño, una subdivisión estructural puede contener cómodamente a varios de ellos. De esta manera, pueden hacerse cambios cuantitativos reales con algunas subdivisiones estructurales que contienen un módulo o ninguno y otras que contienen a dos módulos o más. Puede ser conseguido el efecto de concentración, pero las subdivisiones estructurales deben ser activas, porque de otra manera la estructura no mostrará efecto alguno en el diseño final. Por otra parte, deben evitarse los cambios regulares de gradación si estamos procurando un diseño de concentración y no un diseño de gradación (fig. 64c).

Debemos anotar que entre los diferentes tipos de estructura formal, la estructura de repetición es la que aporta la mayor flexibilidad para el efecto de concentración. Las estructuras de gradación y de radiación, debido a sus cualidades intrínsecas, tienen ya una zona predeterminada (o zonas) de concentración, de donde sería difícil si no imposible desviarse.

Cuando existe más de un tipo de módulos en un diseño, la concentración de un tipo y la dispersión de otro (u otros) puede producir efectos de dominación y de énfasis.

En la concentración, cada elemento visual o de relación debe ser considerado separadamente. Por ejemplo, en una estructura de repetición, los módulos pueden ser repetitivos en todos los elementos excepto el color, que puede ser distribuido concentradamente.

La estructura de concentración

Cuando no se utiliza una estructura formal, los módulos pueden ser libremente organizados para obtener el efecto de concentración. Esto produce una estructura de concentración que es completamente informal. A veces puede utilizarse una estructura formal sólo para aportar algunas líneas de guía en la distribución de módulos. Las estructuras de concentración de este tipo pueden ser denominadas semiformales.

Los tipos de estructuras de concentración se sugieren como sigue:

a) Concentración hacia un punto. Esto supone que los módulos se agrupan alrededor de un punto conceptual preestablecido en un diseño. La densidad llega al máximo donde está ese punto y se alivia gradualmente en las zonas vecinas. El efecto es una suerte de radiación informal, y lo es más si las direcciones de los módulos son dispuestas como una radiación. La cantidad de puntos preestablecidos puede variar de uno a muchos, lo que puede ser guiado por una estructura formal. El grado de concentración hacia cada punto puede ser uniformemente similar, alternativamente similar, o difusamente en gradación, o todos ellos distintos (fig. 65a).

b) Concentración desde un punto. Esto es lo inverso de *a)*, con el vacío o la extrema escasez de las zonas inmediatas que rodean al punto conceptual (fig. 65b).

c) Concentración hacia una línea. Esto supone que los módulos se agrupan alrededor de una línea. La línea puede ser recta o ser cualquier figura simple. Cuando se utiliza más de una línea preestablecida, puede tratarse de líneas estructurales de una estructura formal. La concentración hacia una línea se aproxima al efecto de gradación (fig. 65c).

d) Concentración desde una línea. Esto es lo inverso de *c)*, con el vacío o la extrema escasez en la zona inmediata a la línea (fig. 65d).

e) Concentración libre. Esto supone que los módulos son agrupados libremente, con variantes de densidad y de escasez en el diseño. La organización es aquí completamente informal, muy similar a la que ocurre en una estructura de contraste. Prevalece el contraste entre menos y más, pero debe ser cuidadosamente manejado para crear la sutileza visual o el drama, o bien ambas cosas (fig. 65e).

f) Superconcentración. Esto supone que los módulos son agrupados densamente sobre todo el diseño, o sobre una amplia zona del diseño, con o sin transición gradual hacia los bordes. Si los módulos son de tamaño similar y son agrupados en forma pareja, el resultado de una superconcentración puede convertirse en una estructura de similitud, en la que cada módulo ocupa una cantidad similar de espacio (fig. 65f).

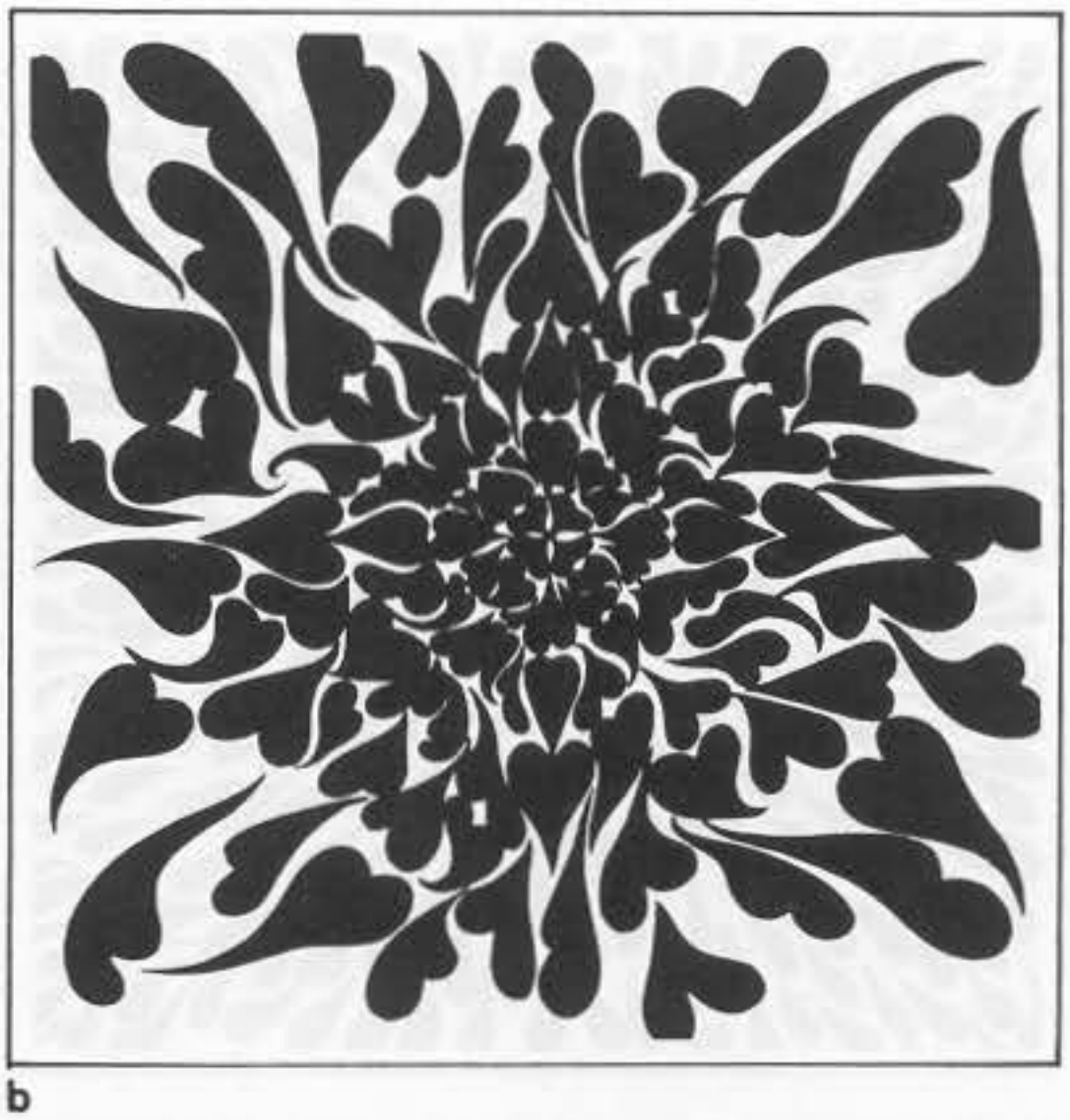
g) Desconcentración. Esto es lo inverso de *f)*. Aquí los módulos no llegan a estar concentrados en sitio alguno, sino que están levemente esparcidos sobre todo el diseño, o sobre una zona amplia. La forma de esparcirlos puede ser pareja, despareja, sutilmente rítmica, o vagamente en gradación. Una estructura similar puede obtenerse si los módulos, de tamaño similar, son repartidos en forma pareja (fig. 65g).

Módulos en estructuras de concentración

Se consigue mejor el efecto de concentración si todos los módulos son de tamaño relativamente pequeño, para que pueda utilizarse una gran cantidad de ellos a fin de construir la densidad deseada en los sitios adecuados. El tamaño se convierte así en el primer elemento a considerar y la figura pasa a ser secundaria. Si el tamaño de los módulos es grande y si su variación cubre una amplia escala, el resultado podrá ser una estructura de contraste y no una estructura de concentración.

Las figuras de los módulos no tienen por qué ser de una sola clase. Pueden utilizarse dos o más clases, y los módulos de cada clase pueden ser utilizados entre sí, en repetición o en similitud. Si las figuras muestran un sentido de dirección, pueden ser dispuestas para que sus direcciones sean repetitivas, de gradación, de radiación o simplemente colocadas al azar.

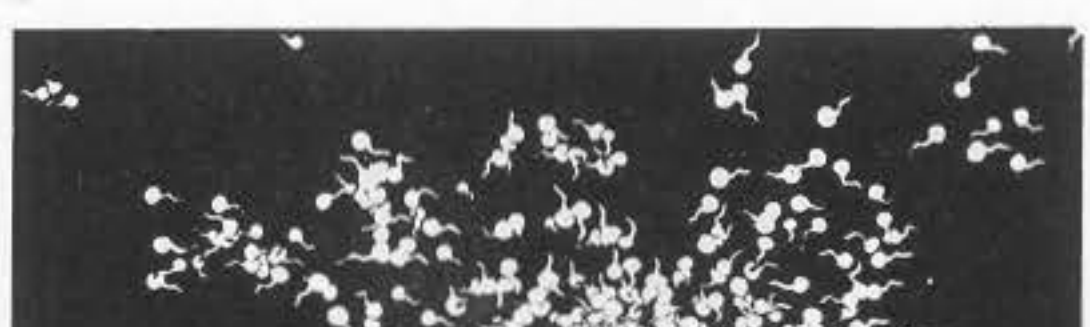
a



66

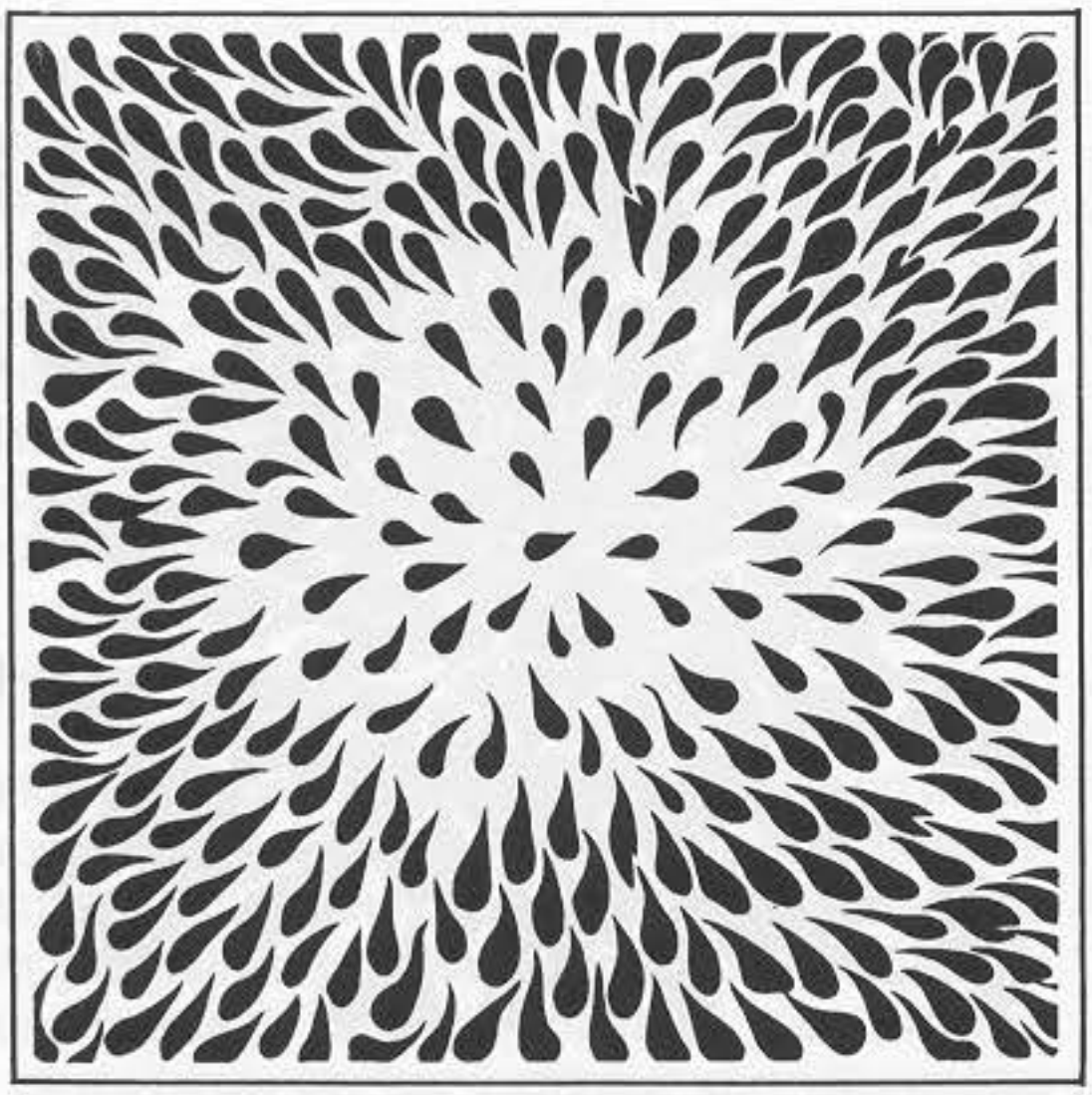
b

c

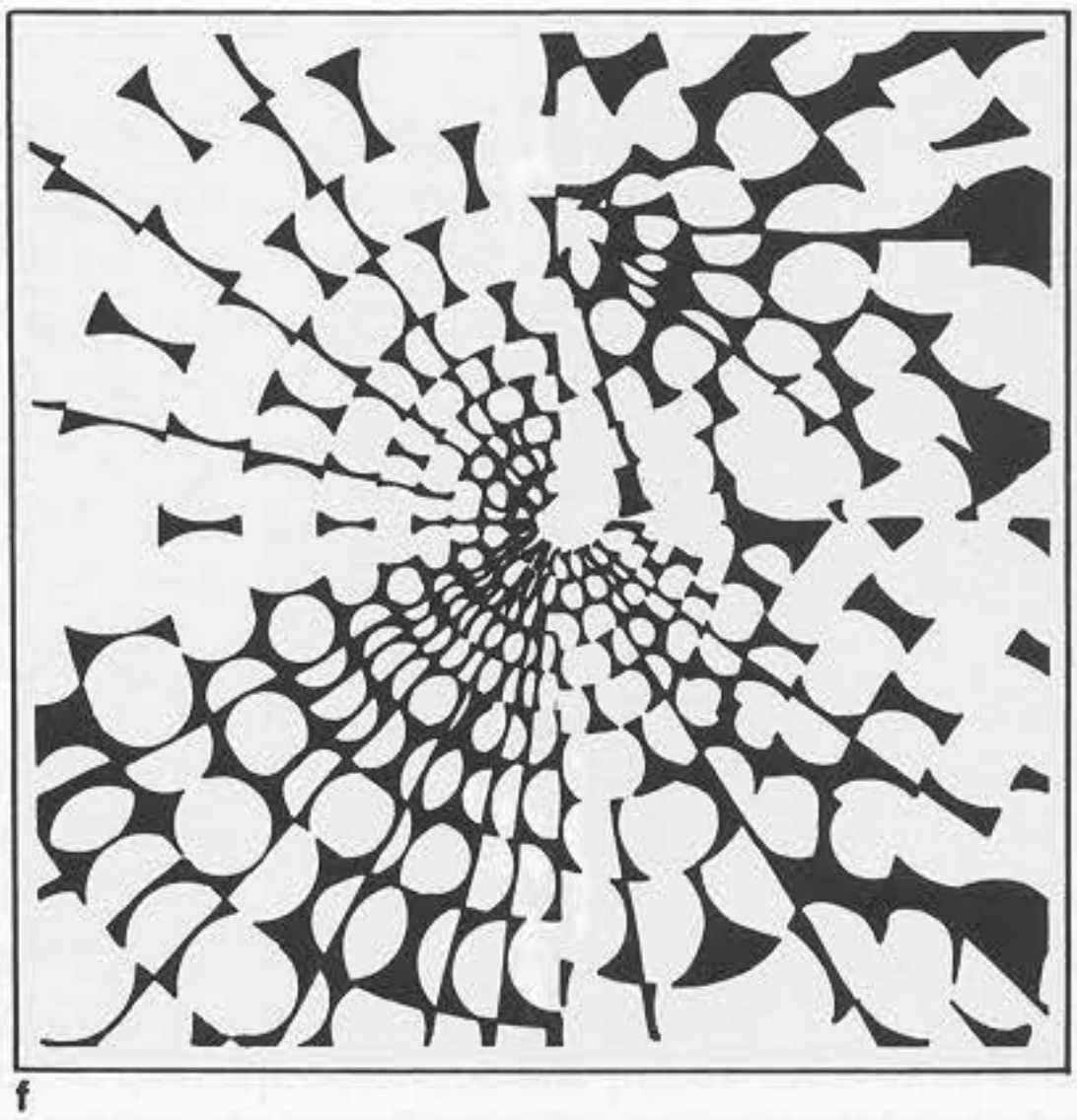


d

66

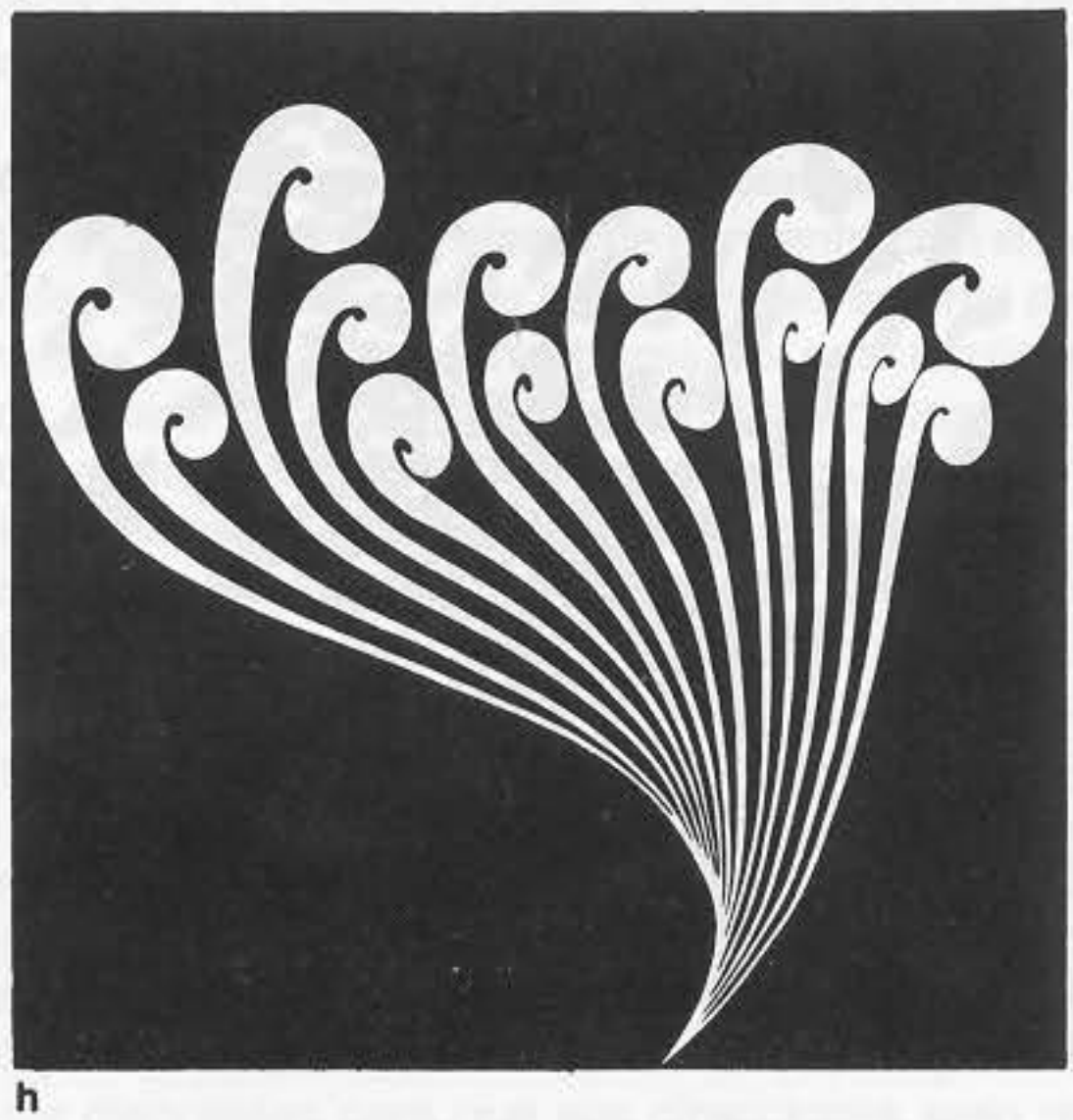


e



f

g

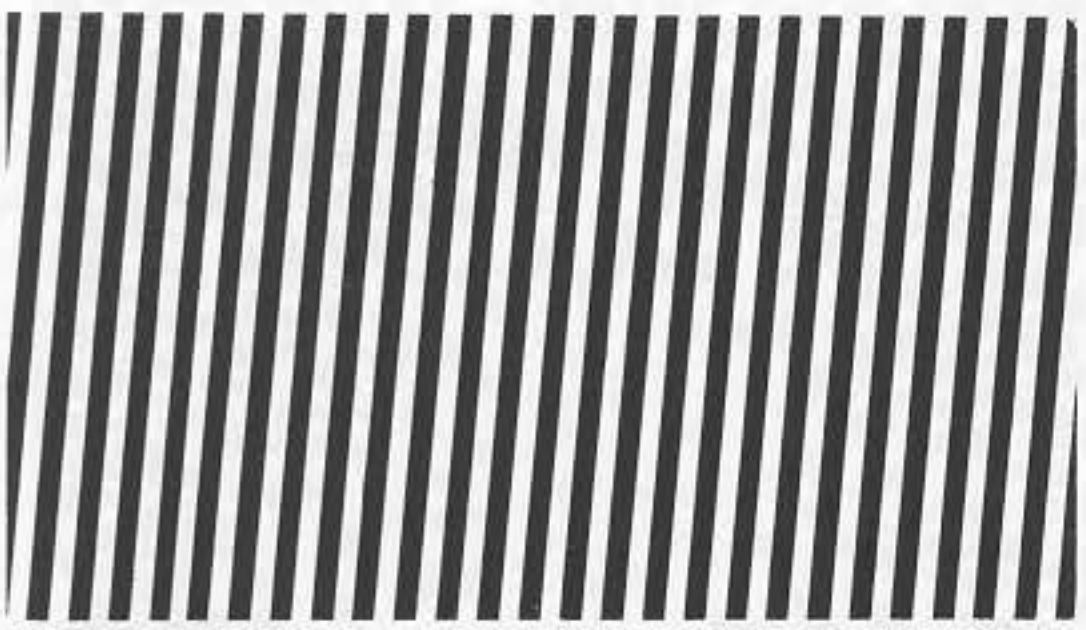


h

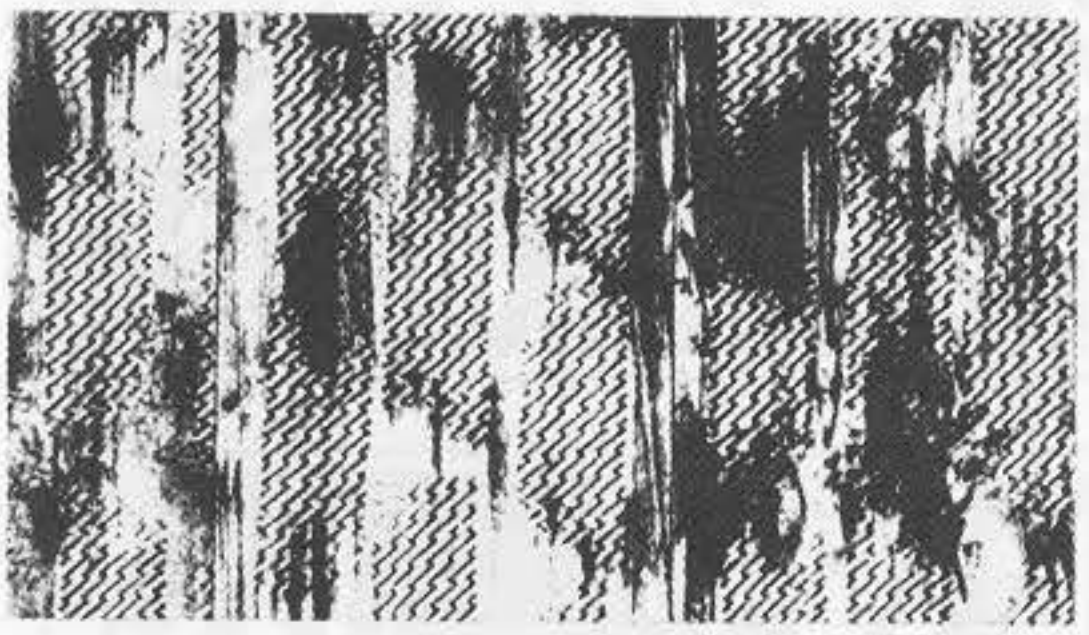
Notas sobre los ejercicios

Las figuras 66a, b, c, d, e, f, g y h ejemplifican el uso de la estructura de concentración. Los módulos son mayormente orgánicos, con variaciones en figura y tamaño dentro de una moderada escala de similitud. No debe sernos difícil reconocer qué tipo de estructura de concentración ha sido usada en cada ejercicio.

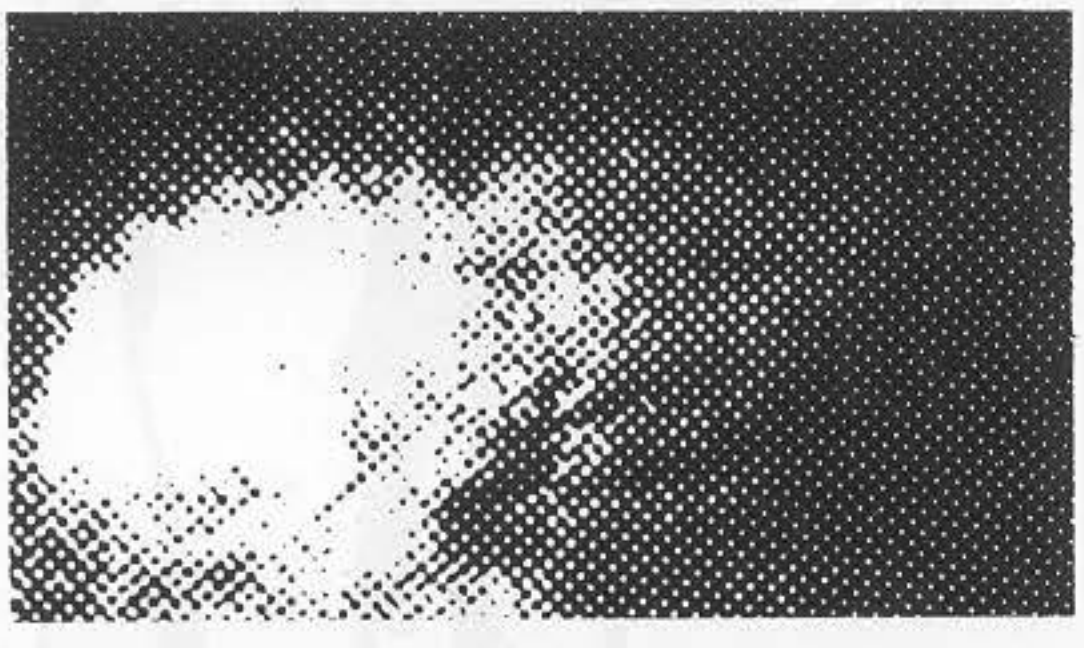
a



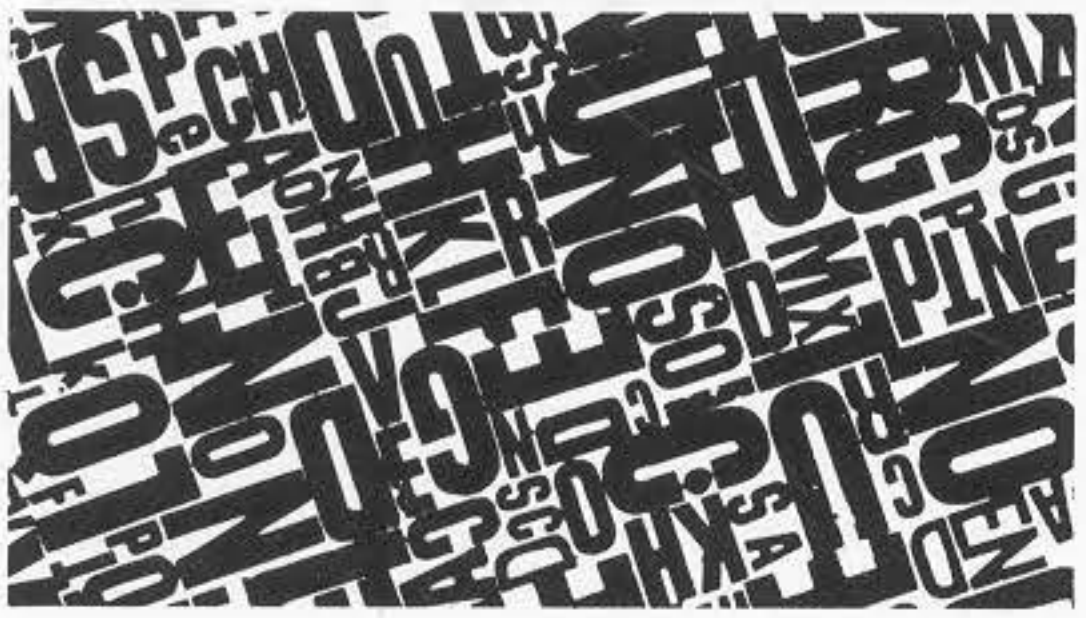
b



c

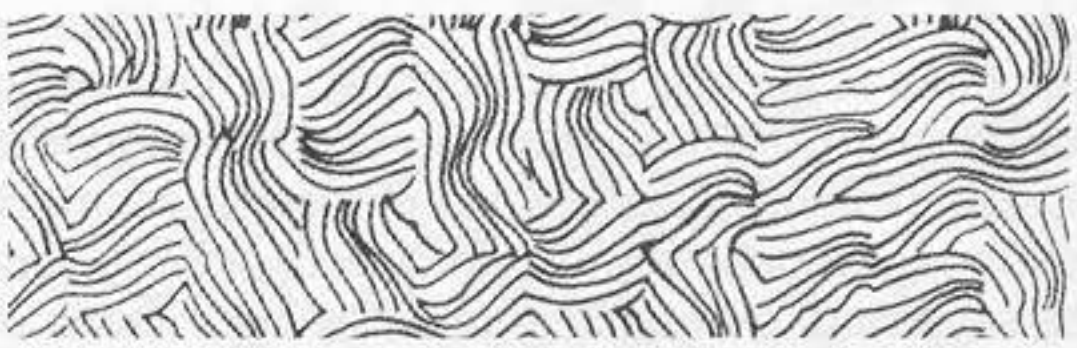


c



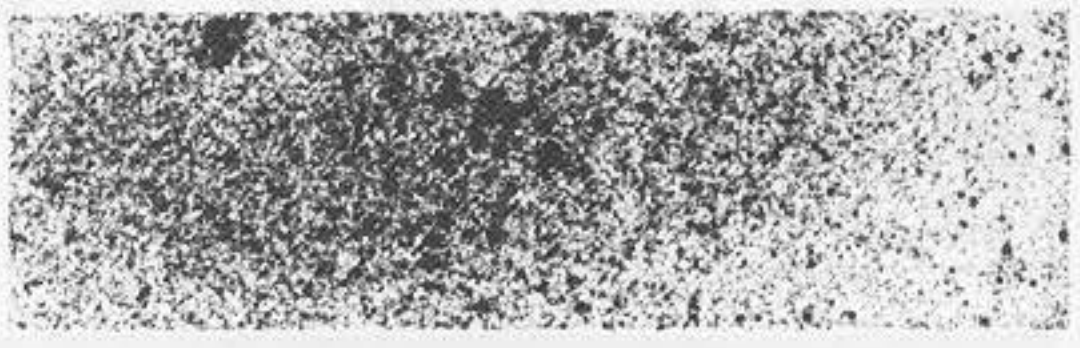
67

a



b

c

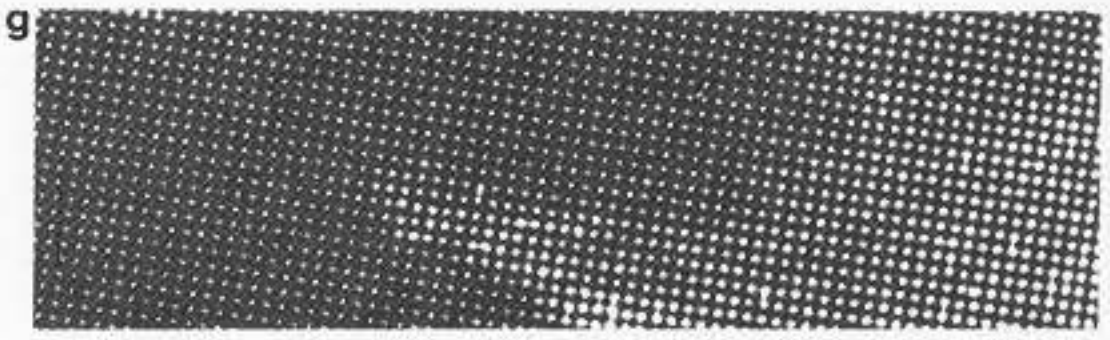


d

e

f

g



68

11. Textura

La textura es un elemento visual que ha sido mencionado frecuentemente en los capítulos previos pero que no ha sido debidamente considerado. Esto se debe a que los ejercicios se han limitado a superficies uniformes, en blanco o en negro, y el uso de la textura ha quedado excluido. Sin embargo, la textura tiene aspectos singulares que son esenciales en ciertas situaciones de diseño y que no deben ser descuidados.

Ya en el capítulo 1 se señaló que la textura se refiere a las características de superficie de una figura. Toda figura tiene una superficie y toda superficie debe tener ciertas características, que pueden ser descritas como suave o rugosa, lisa o decorada, opaca o brillante, blanda o dura. Aunque generalmente suponemos que una superficie plana y pintada no tiene textura alguna, en realidad la capa de pintura es ya una suerte de textura, y existe asimismo la textura del material sobre el que fue creada la figura.

La naturaleza contiene una riqueza de texturas. Por ejemplo, cualquier clase de piedra o de madera posee una textura distinta, que un arquitecto o un decorador podrán elegir para propósitos específicos. El trozo de piedra o de madera podrá asimismo ser terminado de múltiples maneras para diversos efectos de textura.

La textura puede ser clasificada en dos importantes categorías: textura visual y textura táctil. La textura apropiada añade riqueza a un diseño.

Textura visual

La textura visual es estrictamente bi-dimensional. Como dice la palabra, es la clase de textura que puede ser vista por el ojo, aunque pueda evocar también sensaciones táctiles. Se distinguen tres clases de textura visual:

Textura decorativa. Decora una superficie y queda subordinada a la figura. En otras palabras, la textura misma es sólo un agregado que puede ser quitado sin afectar mucho a las figuras y a sus interrelaciones en el diseño. Puede ser dibujada a mano u obtenida por recursos especiales, y puede ser rígidamente regular o irregular, pero generalmente mantiene cierto grado de uniformidad (fig. 67a).

Textura espontánea. No decora una superficie, sino que es parte del proceso de creación visual. La figura y la textura no pueden ser separadas, porque las marcas de la textura en una superficie son al mismo tiempo las figuras. Las formas dibujadas a mano y las accidentales contienen frecuentemente una textura espontánea (fig. 67b).

Textura mecánica. No se refiere a la textura obtenida con la ayuda de instrumentos mecánicos para dibujar, como la regla o los compases. Se refiere a la textura obtenida por medios mecánicos especiales y, en consecuencia, la textura no está necesariamente subordinada a la figura. Un ejemplo típico de esta clase de textura es el granulado fotográfico o la retícula que encontramos a menudo en los impresos. La textura mecánica puede encontrarse asimismo en los diseños creados por la tipografía y en los gráficos de computadoras (fig. 67c).

La fabricación de la textura visual

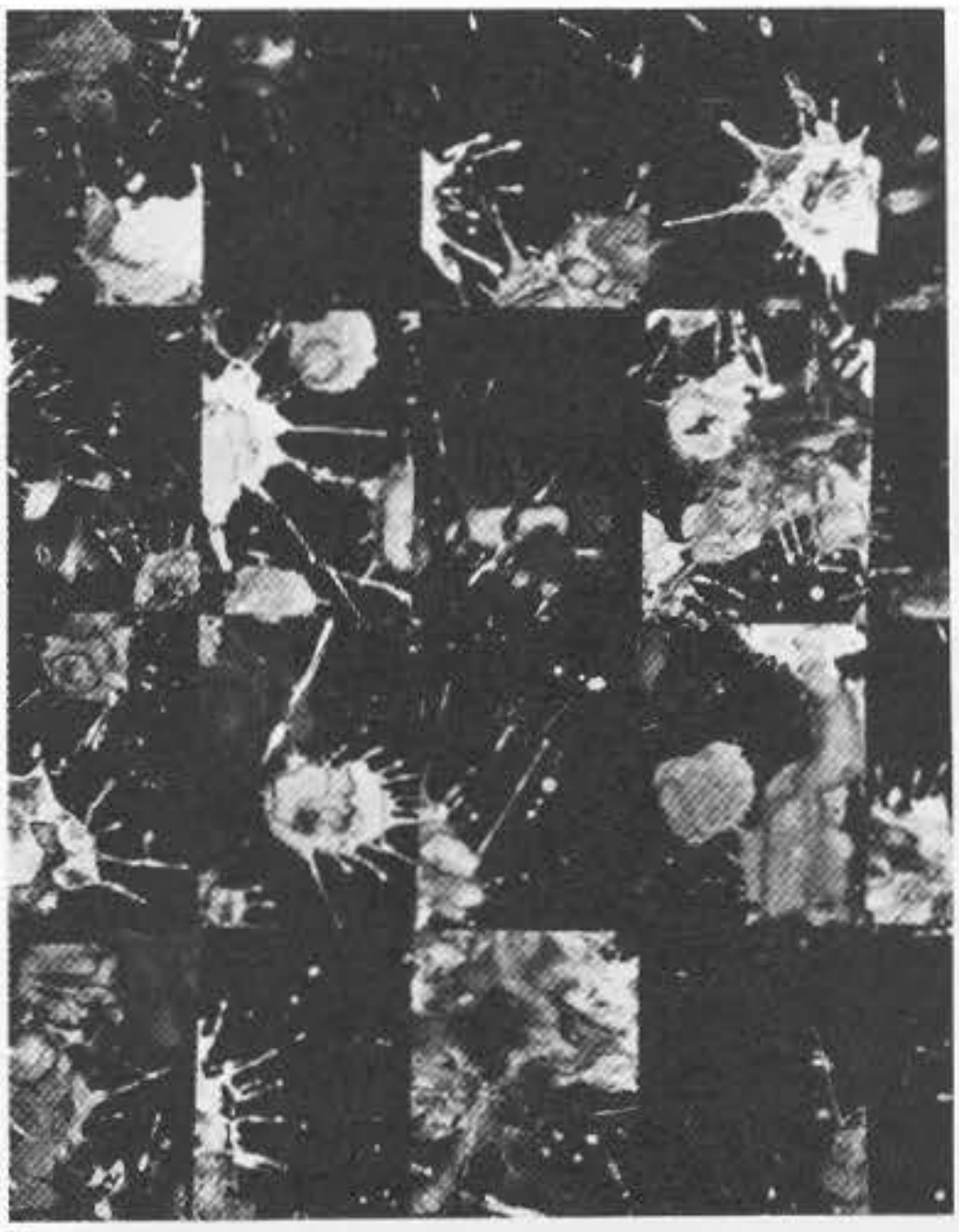
La textura visual puede ser producida de varias maneras. Se sugieren algunas técnicas comunes:

a) Dibujo, pintura. Son los métodos más simples para producir la textura visual. Pueden construirse fondos minuciosamente dibujados o pintados, con módulos diminutos, reunidos densamente en estructuras rígidas o sueltas, para la decoración en superficie de cualquier forma. La textura espontánea puede obtenerse con líneas trazadas libremente a mano alzada o con pinceladas (figura 68a).

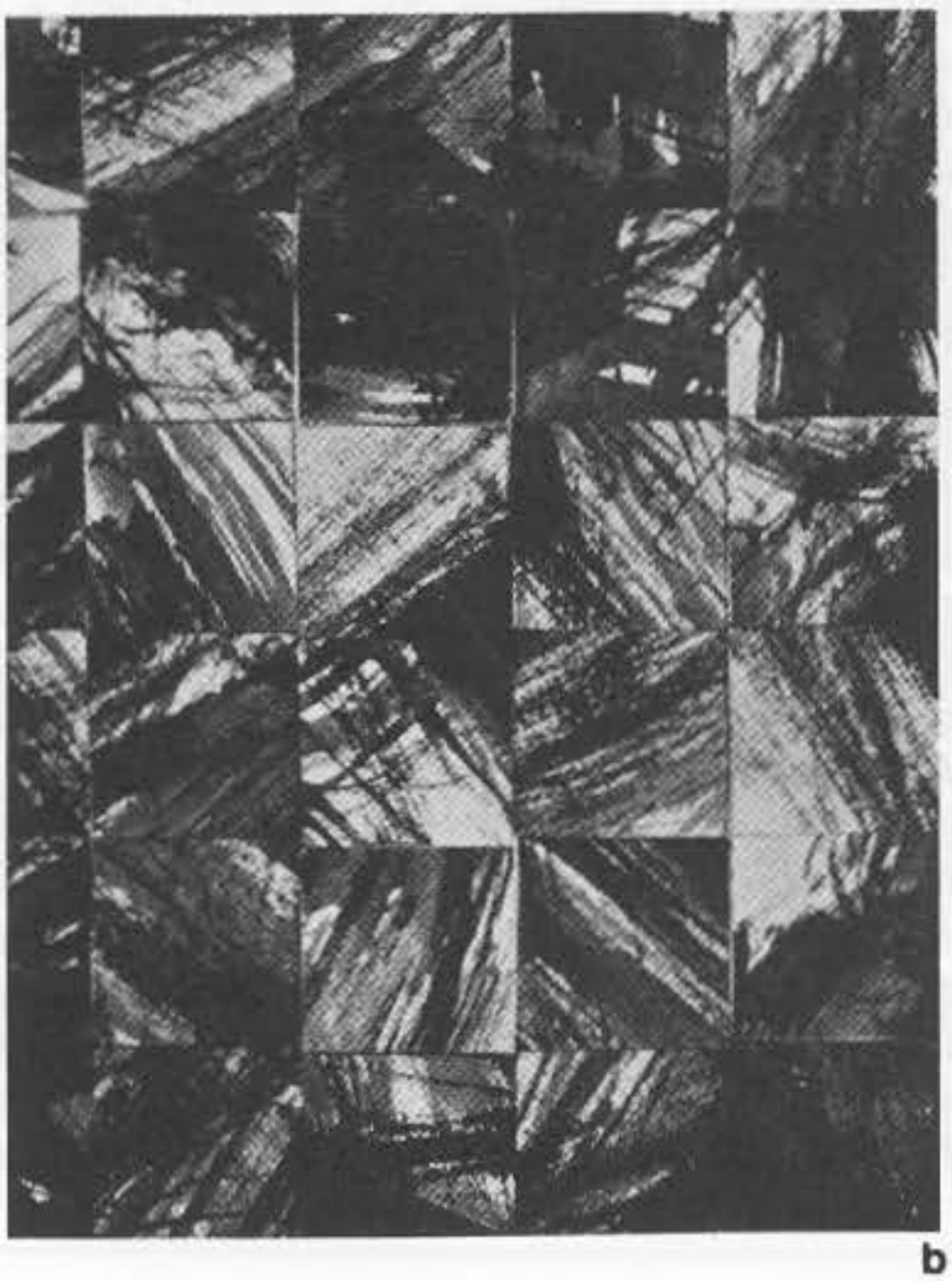
b) Impresión, copia, frotado. Un dibujo con relieve o una superficie rugosa pueden ser entintados y luego impresos sobre otra superficie, para crear una textura visual, que puede ser decorativa o es-

69

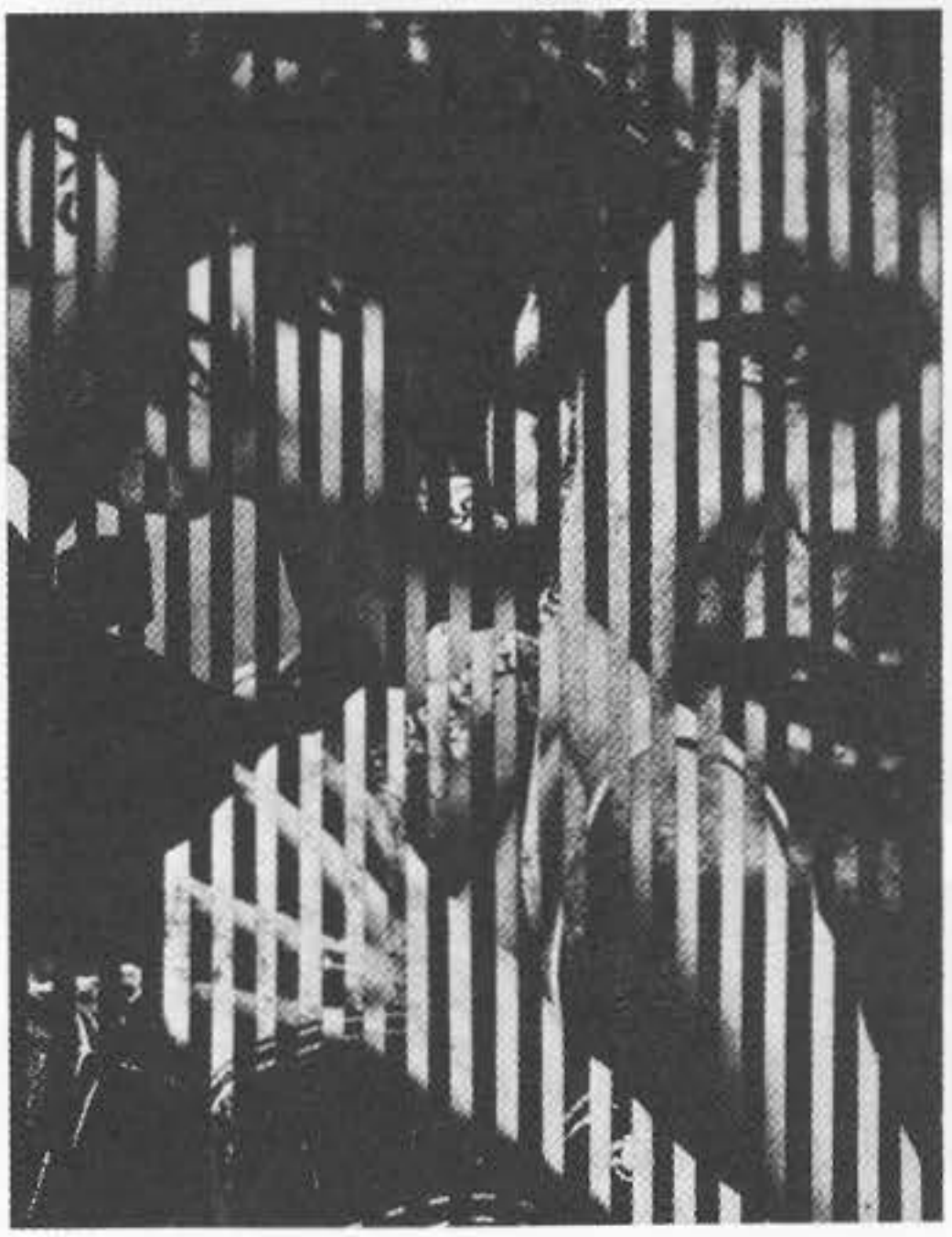
a



b



b



c

pontánea, según como sea manejada la técnica. Las imágenes pintadas a mano sobre una superficie pueden ser transferidas a otra superficie cuando la pintura está todavía húmeda. Frotar un papel liso y suave, con lápiz o con otro utensilio adecuado, sobre una superficie rugosa, produce también efectos de textura (fig. 68b).

c) Vaporización, derrame, volcado. La pintura líquida, diluida o evaporada hasta la consistencia deseada, puede ser vaporizada, derramada o volcada sobre una superficie. Se obtiene a menudo una textura espontánea, pero una vaporización cuidadosamente controlada puede producir también una textura decorativa (fig. 68c).

d) Manchado, teñido. Una superficie absorbente puede ser manchada o teñida para obtener una clase de textura visual (fig. 68d).

e) Ahumado, quemado. Una superficie puede ser ahumada sobre una llama para obtener un tipo de textura. A veces pueden ser utilizadas las marcas de quemaduras (fig. 68e).

f) Raspado, rascado. Una superficie pintada o entintada puede ser raspada o rascada con alguna suerte de utensilio duro o filoso para obtener una textura (fig. 68f).

g) Procesos fotográficos. Las técnicas especiales de cuarto oscuro pueden agregar una textura interesante a las imágenes fotográficas (fig. 68g).

Collage

Una forma directa de usar la textura visual en un diseño es el collage, que es un proceso para adherir, pegar o fijar trozos de papel, tejido u otros materiales planos sobre una superficie. Tales materiales pueden corresponder a tres grupos principales, tanto si las imágenes están o no presentes, sean o no importantes. El término «imagen» se refiere aquí a formas o marcas en la superficie de los materiales, sean ellas impresas, fotografiadas, pintadas, intencionales o accidentales.

Materiales sin imágenes. Estos materiales son coloreados en forma pareja o son de textura uniforme. Las formas de los trozos cortados o rasgados son las únicas formas que aparecerán en el diseño. Los ejemplos de tales materiales son el papel o el tejido con colores lisos, o esquemas minuciosos que se distribuyen regularmente sobre la superficie, hojas impresas con tipos pequeños y apretados de letra, zonas elegidas de fotografías o superficies que contienen una textura espontánea en la que los contrastes sean mínimos (fig. 69a).

Minerales con imágenes. Estos materiales, como el papel o el tejido impresos con dibujos desparejos o tratados con textura espontánea, fotografías con fuertes contrastes de tono o color, hojas impresas con tipos grandes o con tipos grandes y pequeños, etc., contienen imágenes de considerable prominencia. Tales imágenes se utilizan abstractamente en el collage, independientemente de todo contenido representativo o literal. Son vistos como formas que resultan importantes, y a veces más importantes, que las figuras de los materiales cortados o rasgados (fig. 69b).

Materiales con imágenes escenciales. Las imágenes en los materiales son esenciales cuando poseen un definido contenido representativo o cuando las imágenes deben mantener su identidad y no deban ser destruidas durante el proceso del collage. En este caso son más importantes que las figuras cortadas o rasgadas de los materiales, y el collage resulta así de diferente naturaleza. Los materiales con significado representativo son comúnmente las fotografías que pueden ser cortadas y nuevamente dispuestas o combinadas con otras fotografías, para fines dramáticos o por efectos especiales. Los materiales con imágenes abstractas pueden ser separados y nuevamente dispuestos, de la misma manera, lo que deriva a transformaciones o distorsiones, sin que las imágenes iniciales se tornen irreconocibles (fig. 69c).

Textura táctil

La textura táctil es el tipo de textura que no sólo es visible al ojo sino que puede sentirse con la mano. La textura táctil se eleva sobre la superficie de un diseño bi-dimensional y se acerca a un relieve tridimensional.

Hablando en forma amplia, la textura táctil existe en todo tipo de superficie porque podemos sentirla. Esto supone que toda clase de papel, por suave que sea, y todo tipo de pintura y tinta, por

lisa que sea, tienen sus características específicas de superficie, que pueden ser discernidas por la sensación del tacto. En el diseño bi-dimensional, podemos decir que una zona en blanco, o una zona lisa, sea impresa o pintada, carecen de textura visual, pero existen siempre la textura táctil del papel y la tinta o la pintura.

Para precisar su alcance, podemos limitar nuestra discusión a los tipos de textura táctil que han sido especialmente creados por el diseñador para su propósito. Esto supone que los materiales han sido especialmente dibujados o dispuestos, o combinados con otros materiales, para formar una composición, o que los materiales han sido sometidos a un tratamiento especial, lo que provoca nuevas sensaciones de textura.

Textura natural asequible. Se mantiene la textura natural de los materiales. Tales materiales, que pueden ser papel, tejido, ramas, hojas, arena, hilos, etc., son cortados, rasgados o usados como están, y pegados, engomados o fijados a una superficie. No se realiza esfuerzo alguno por ocultar la índole de los materiales.

Textura natural modificada. Los materiales son modificados para que ya no sean los acostumbrados. Por ejemplo, el papel no se adhiere en forma lisa sino que ha sido arrugado o ajado, o puede también ser graneado, rascado o abollonado. Un trozo de hoja metálica puede ser doblado, martillado o perforado con pequeños orificios. Un trozo de madera puede ser tallado. Los materiales quedan ligeramente transformados, pero siguen siendo reconocibles.

Textura organizada. Los materiales, habitualmente divididos en pequeños trozos, redondeles o tirillas, quedan organizados en un esquema que forma una nueva superficie. Las unidades de textura pueden ser usadas como están o pueden ser modificadas, pero deben ser pequeñas o cortadas en trozos pequeños. Ejemplos de esto pueden ser las semillas, los granos de arena, las astillas de madera, las hojas cortadas en tiras muy finas, el papel arrugado en pequeñas bolitas, los alfileres, las cuentas, los botones, los cordones o hilos retorcidos, etcétera. Los materiales pueden a veces ser identificables, pero la nueva sensación de superficie es mucho más dominante (fig. 70b).

Todos los tipos de textura táctil pueden ser transformados en textura visual a través de un proceso fotográfico.

Luz y color en la textura táctil

El juego de la luz sobre una textura táctil puede ser muy interesante. Ciertos materiales pueden reflejar o refractar la luz, con fascinantes resultados. La cualidad táctil de las superficies rugosas se emplea habitualmente junto a una fuerte iluminación lateral.

Algunos diseños pueden haber sido concebidos con la modulación de la luz como elemento esencial. En este caso, las unidades de textura son habitualmente largas y delgadas, proyectándose desde la superficie del material de base, con lo que las sombras son más bien lineales y forman dibujos intrincados.

Sin embargo, debe señalarse que tanto la luz como la sombra son visuales, no táctiles, porque nada tienen que ver con la sensación del tacto. La luz programada y las cambiantes relaciones entre la fuente de luz y el diseño pueden producir efectos luminosos móviles, pero todavía el efecto responde a una pura sensación visual.

El color puede desempeñar asimismo un papel interesante en la textura táctil. Puede mantenerse el color natural de los materiales, pero una capa de color puede crear una sensación diferente, por lo menos al conseguir que los materiales sean reconocidos en forma menos inmediata, dándoles menos de textura natural asequible y más de textura natural modificada. Los diversos materiales de una superficie pueden semejarse entre sí si han sido cubiertos por una capa del mismo color.

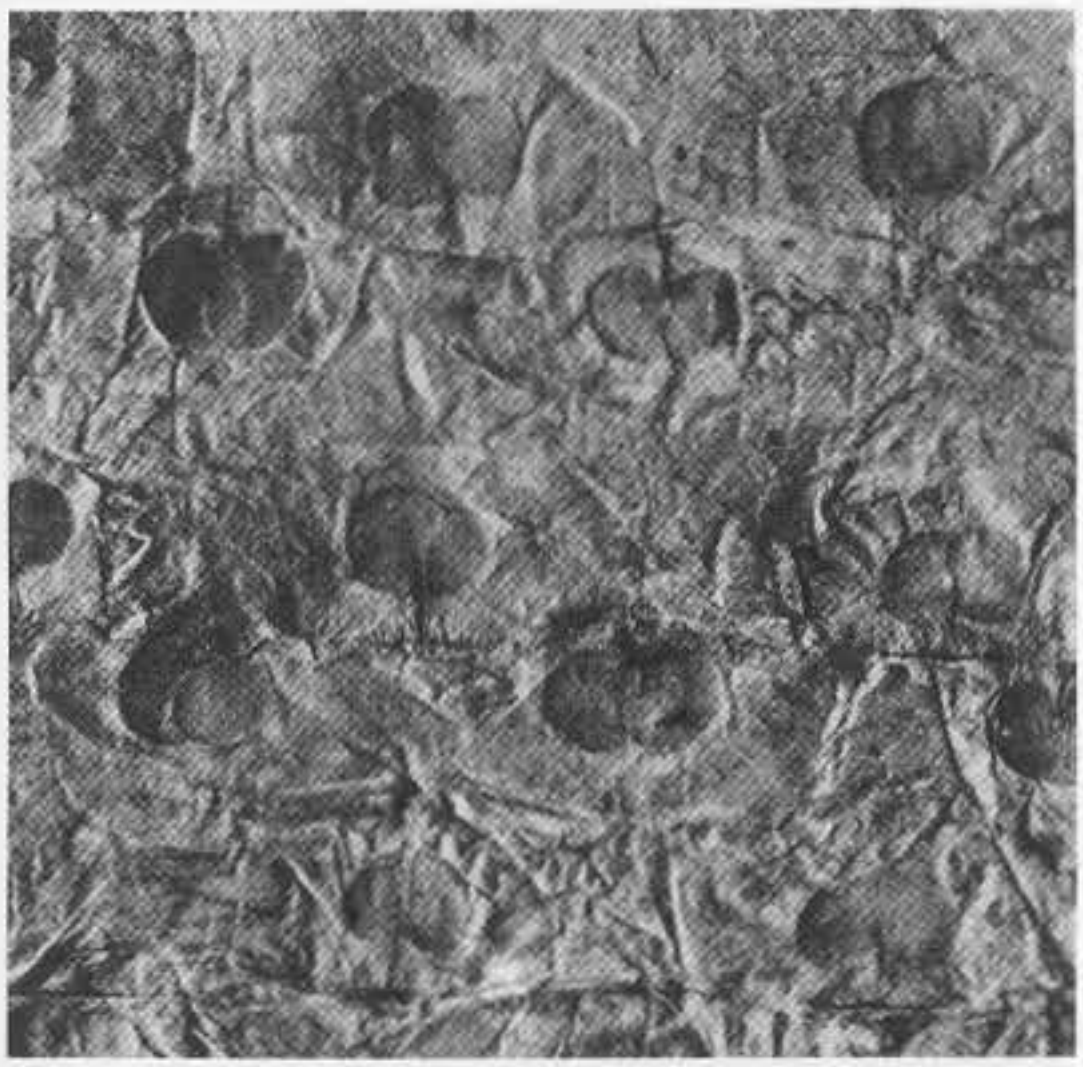
Cuando hay más de un color sobre una superficie, los colores formarán un esquema visual. A veces tal esquema visual puede dominar sobre la sensación producida por la textura táctil.

Notas sobre los ejercicios

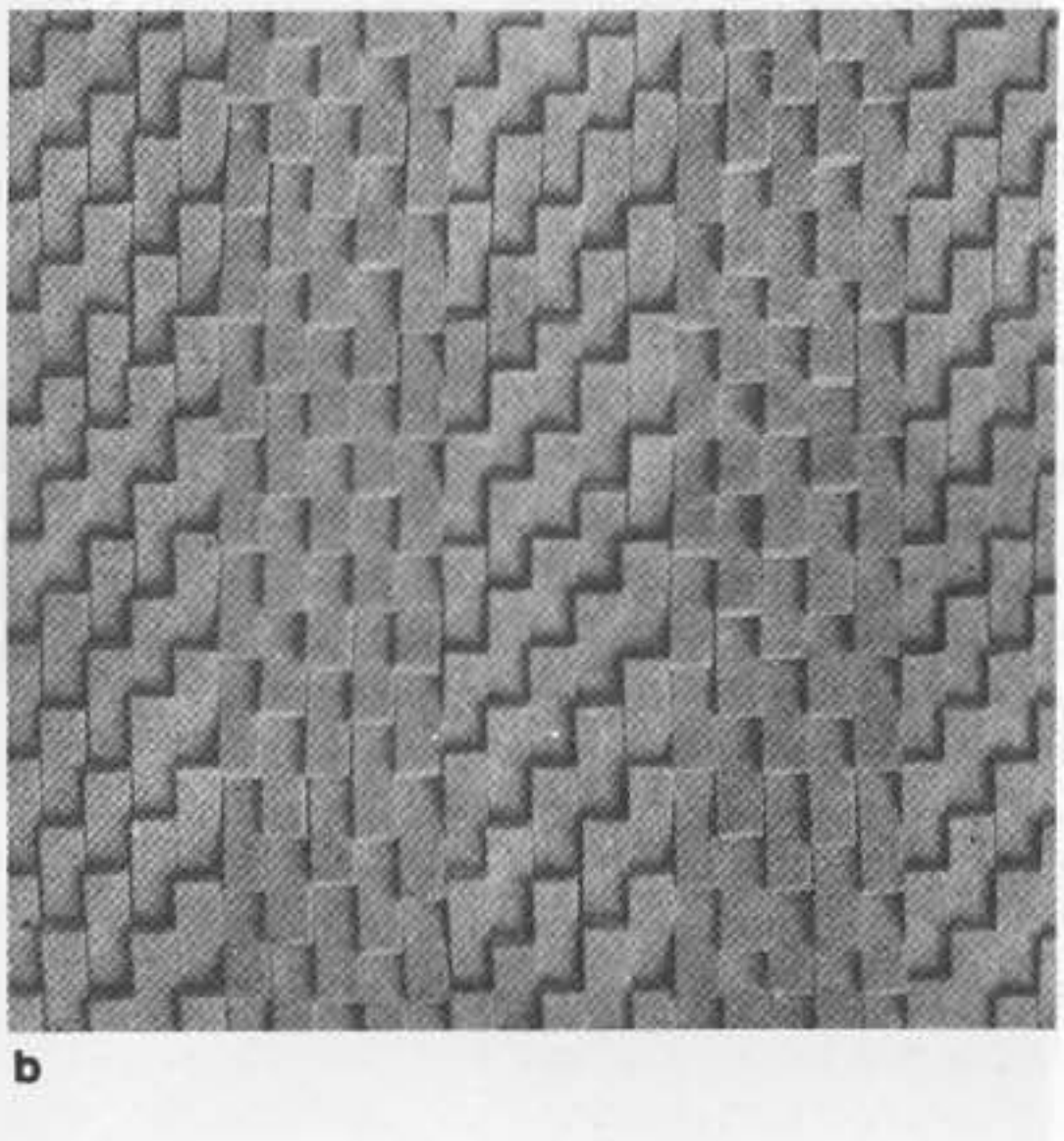
Las figuras 71a, b, c, d, e, f, g y h muestran el uso de tipos de imprenta para formar esquemas de textura. Las unidades sueltas de tipos grandes o líneas de tipos pequeños han sido especialmente cortadas y dispuestas, para que los espacios en blanco queden eliminados hasta donde sea posible. Un tipo de letra del mismo tamaño y peso puede ser agrupado para formar una textura uniforme, mientras se crea una textura en gradación con tipos de tamaño y peso variables.

Algunos de los ejemplos fueron hechos reuniendo y disponiendo los tipos para formar una textura uniforme o de gradación sobre una delgada hoja de papel. Ésta fue luego cortada en trozos para la organización final en un esquema estructurado.

70

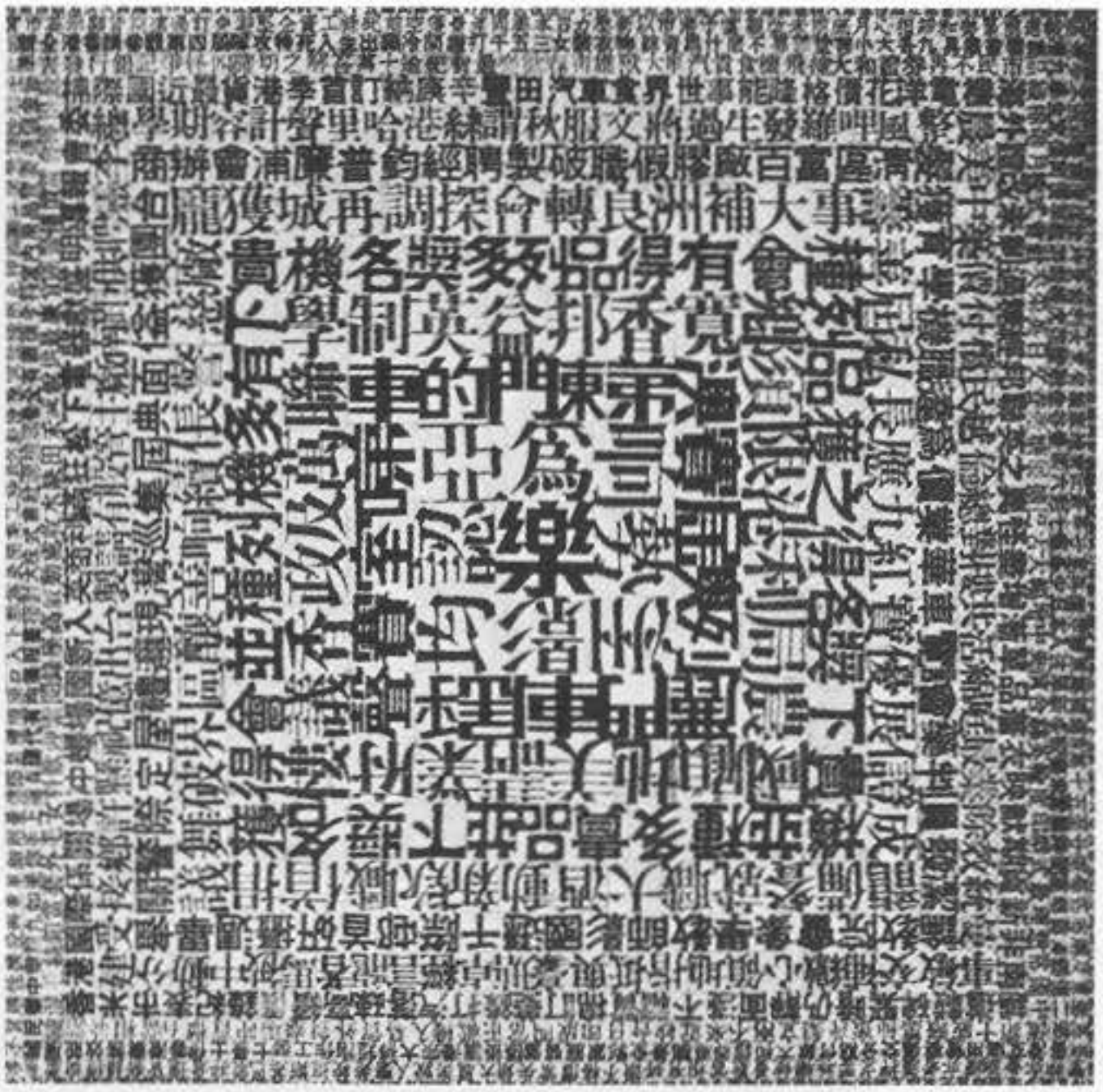


a

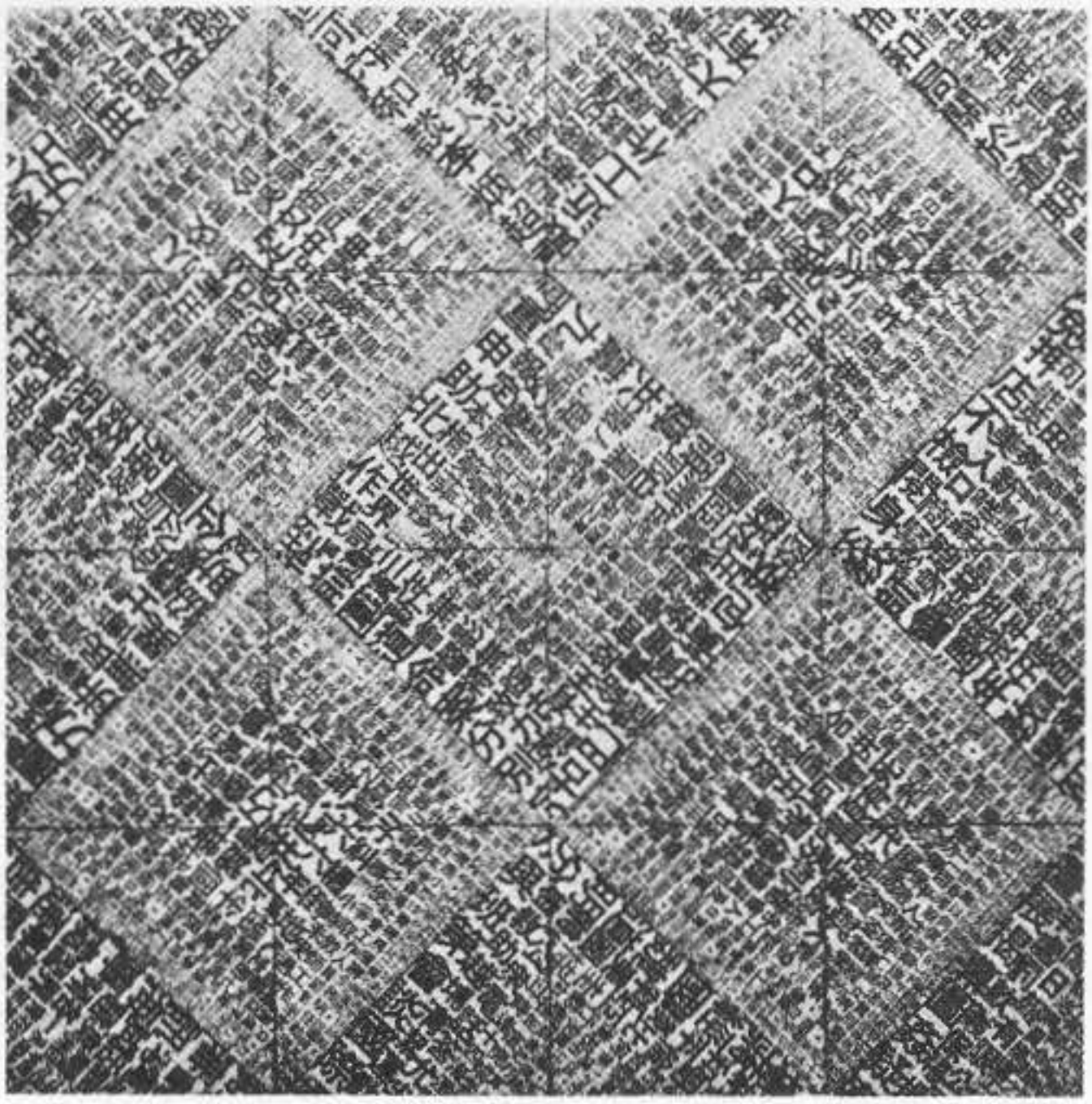


b

71



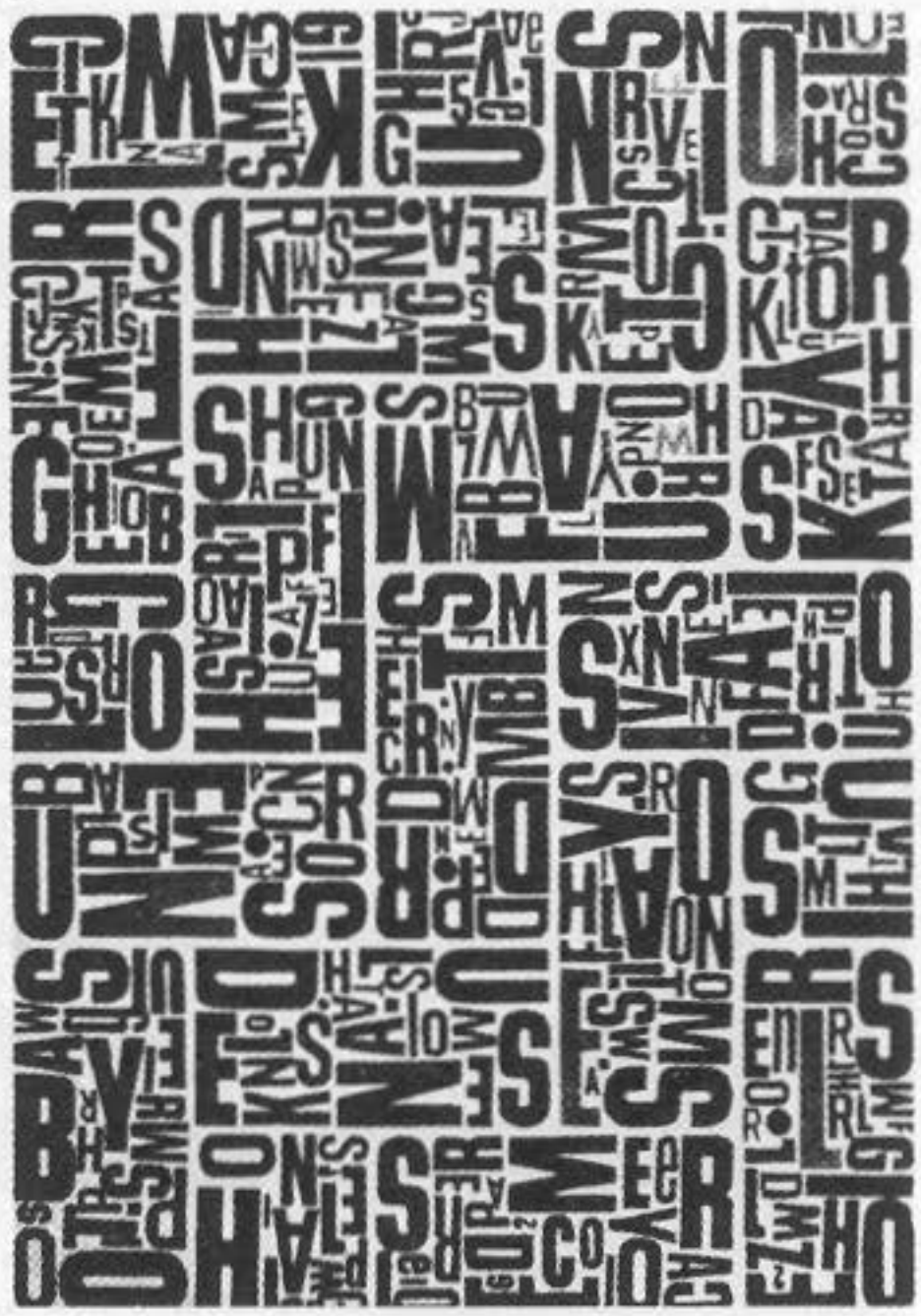
a



b

71

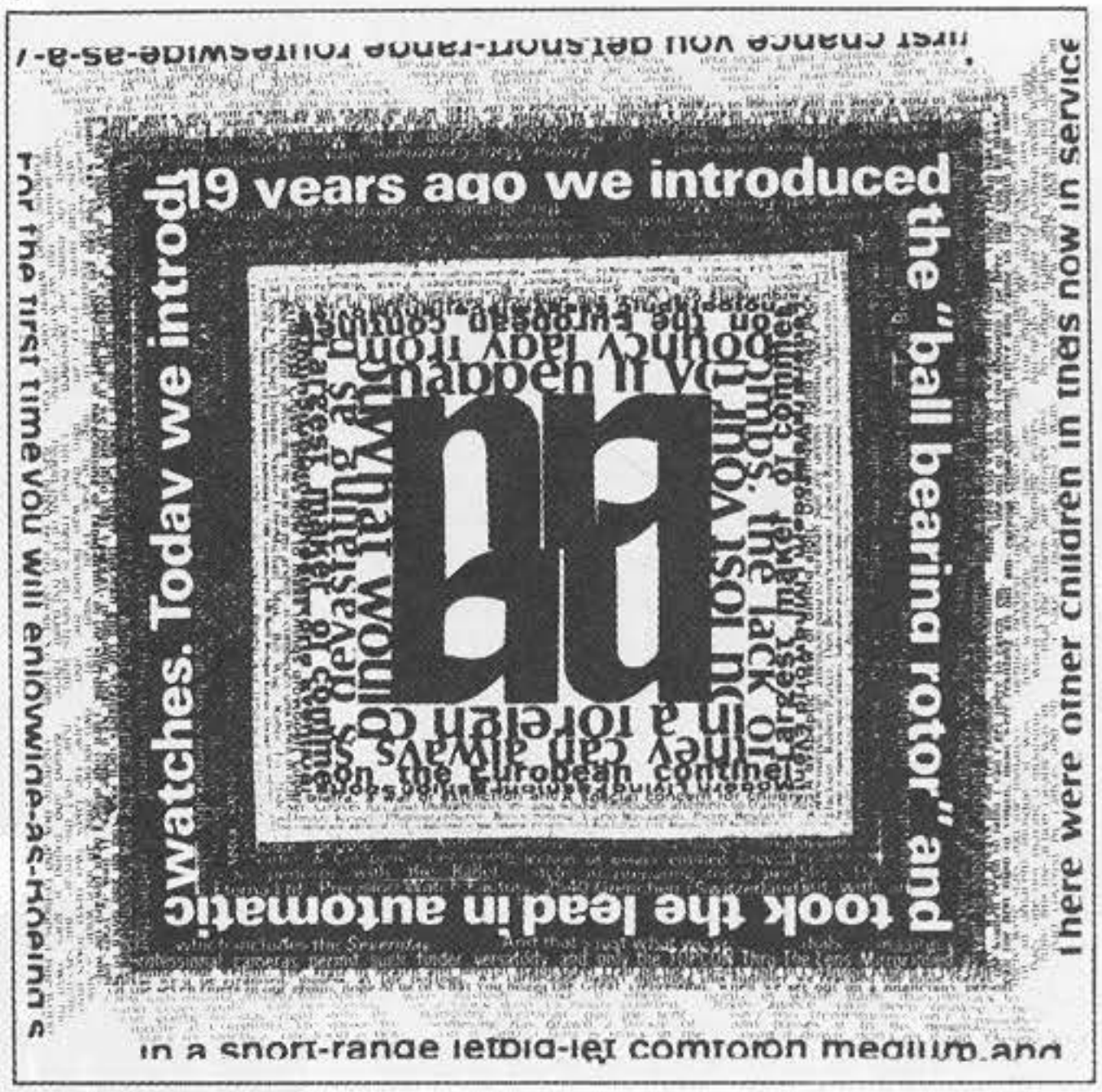
e



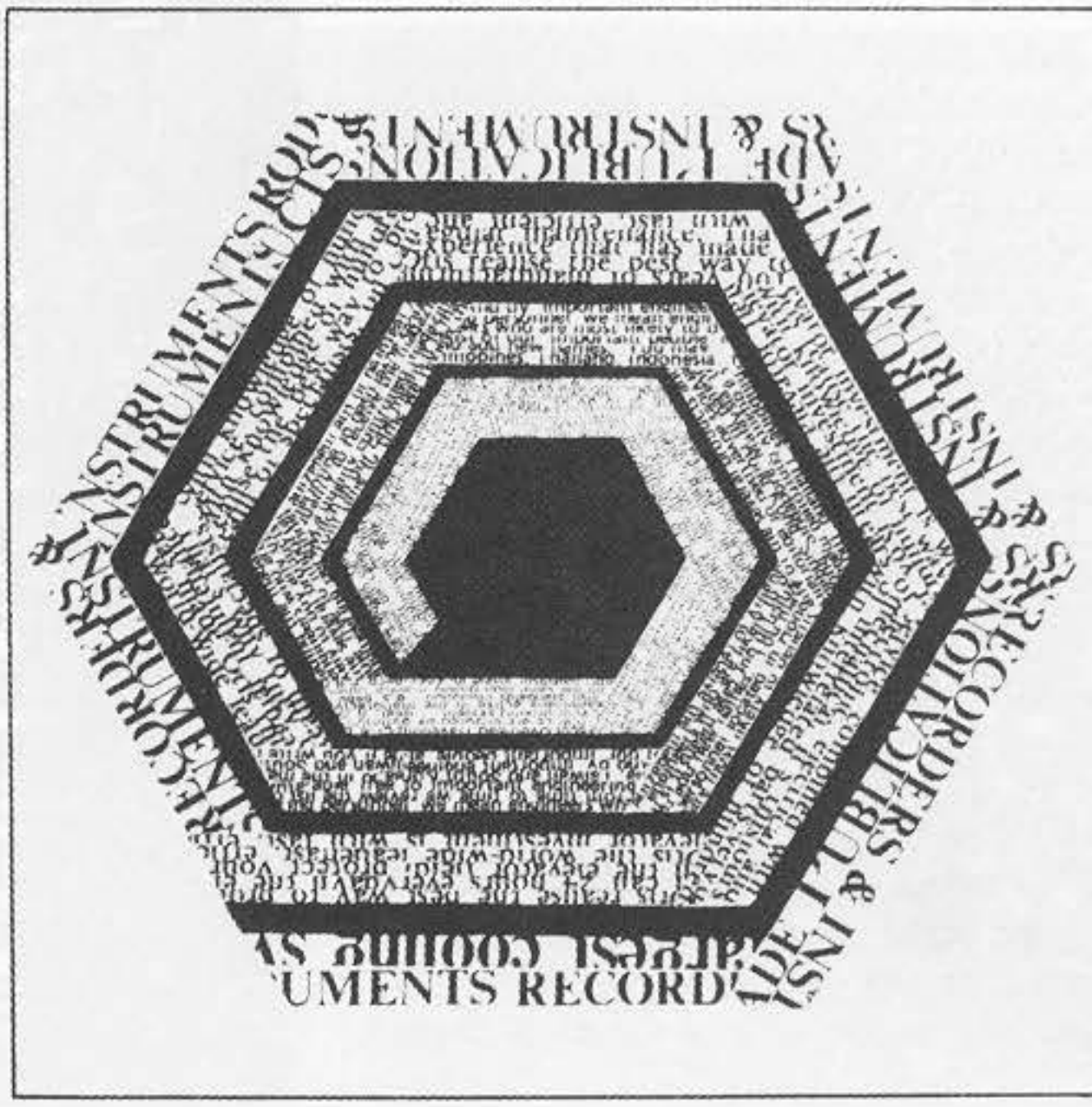
c

d f

4


19 years ago we introduced
the "ball bearing rotor" and
took the lead in automatic
watches. Today we introduce
There were other children in this now in service

6


RECORDERS
PUBLICATIONS
INSTRUMENTS
UMENTS RECORD

7

12. Espacio

El espacio, igual que la textura del capítulo anterior, ha sido mencionado en casi todo capítulo, pero nunca fue completamente considerado. La naturaleza del espacio es muy compleja, debido a que existen muchas maneras de verlo. El espacio puede ser positivo o negativo, liso o ilusorio, ambiguo o conflictivo. Cada uno de estos aspectos será cuidadosamente examinado aquí.

Espacio positivo y negativo

Espacio positivo es el que rodea a una forma negativa, y espacio negativo, el que rodea a una forma positiva. Las formas positivas y negativas fueron discutidas en el capítulo 2 (fig. 8). Todas las formas positivas contienen espacio positivo, pero el espacio positivo no es percibido siempre como una forma positiva. Similarmente, todas las formas negativas contienen espacio negativo, pero el espacio negativo no es siempre percibido como una forma negativa. Esto se debe a que el espacio positivo puede ser un fondo para las formas negativas, y el espacio negativo serlo para las positivas, y los fondos no son normalmente reconocidos como formas, las que habitualmente existen en cierto grado de aislamiento.

Desde luego, el espacio positivo (o negativo), completa o aproximadamente aislado por formas negativas (o positivas) puede ser identificado como una forma positiva (o negativa), pero tales formas están generalmente muy ocultas, a menos que conscientemente las busquemos. Si se las encuentra con frecuencia y regularidad, entonces la relación entre la figura y su fondo es reversible: en cierto momento encontramos formas positivas y espacio negativo, en otro encontramos formas negativas y espacio positivo (fig. 72a).

Espacio liso e ilusorio

El espacio es liso cuando todas las formas parecen reposar sobre el plano de la imagen y ser paralelas a él. Las formas mismas deben también ser lisas y aparecer equidistantes del ojo, ninguna de ellas más cerca, ninguna más lejos. Sin embargo, es posible que podamos sentir como muy profundo al espacio que rodea las formas, dejando que tales formas aparezcan flotando sobre el plano de la imagen.

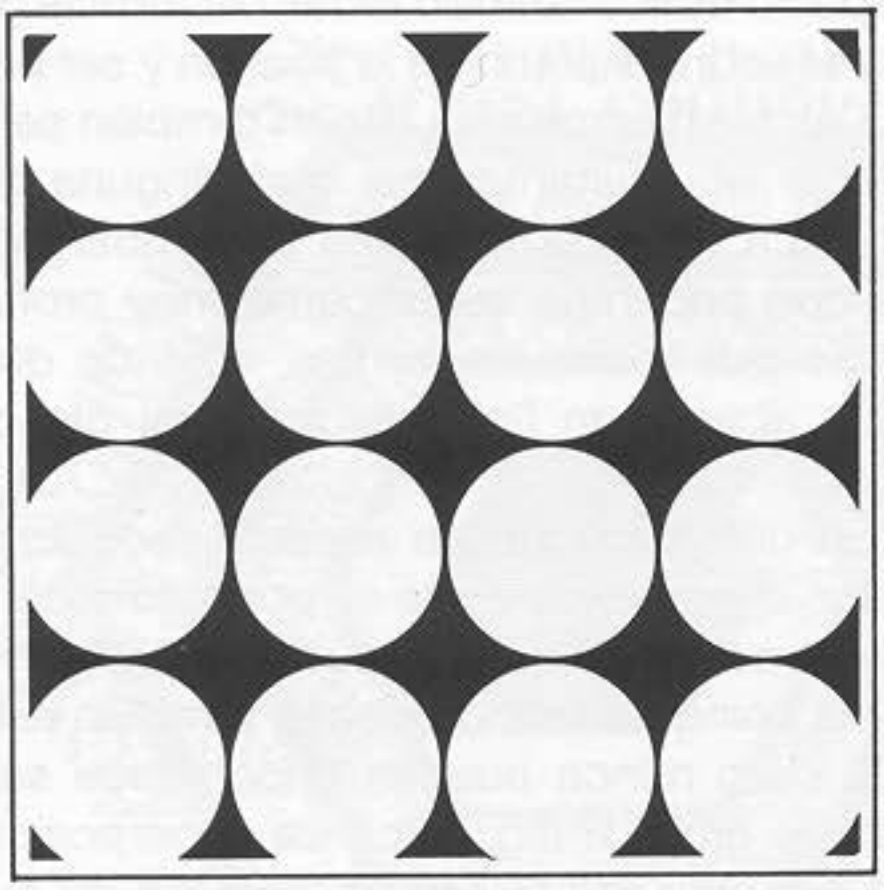
En una situación de espacio liso, las formas pueden encontrarse entre sí, por medio del toque, la penetración, la unión, la sustracción, la intersección, la coincidencia, o pueden también estar alejadas, pero nunca pueden encontrarse superponiéndose entre sí (fig. 72b). La superposición sugiere que una forma está más cerca de nuestros ojos que otra, con lo que en cierto grado el espacio se hace ilusorio (fig. 72c). Las variaciones en figura, tamaño, color y textura pueden anular asimismo la lisura del espacio, pero esto no siempre ocurre.

El espacio es ilusorio cuando todas las formas no parecen reposar sobre el plano de la imagen o ser paralelas a él. Algunas formas parecen avanzar, algunas parecen retroceder, algunas parecen presentarse frontalmente y otras de manera oblicua. Las formas mismas pueden ser lisas o tri-dimensionales. La zona del diseño se abre como una ventana o como un escenario donde las formas quedan expuestas en diversas profundidades o con ángulos diferentes o ambas cosas a la vez (fig. 72d).

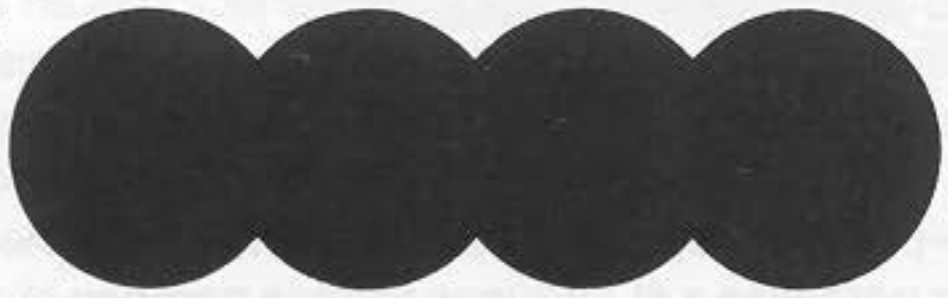
Formas lisas en espacio ilusorio

Las formas se consideran lisas cuando carecen de grosor aparente. Las formas lisas en un espacio ilusorio son como formas hechas con delgadas hojas de papel, metal u otros materiales. Su visión frontal es la más completa, ocupando la zona mayor. Sus visiones oblicuas son estrechadas y ocupan una zona menor. Las siguientes son algunas de las maneras en que las formas lisas pueden ser usadas en un espacio ilusorio:

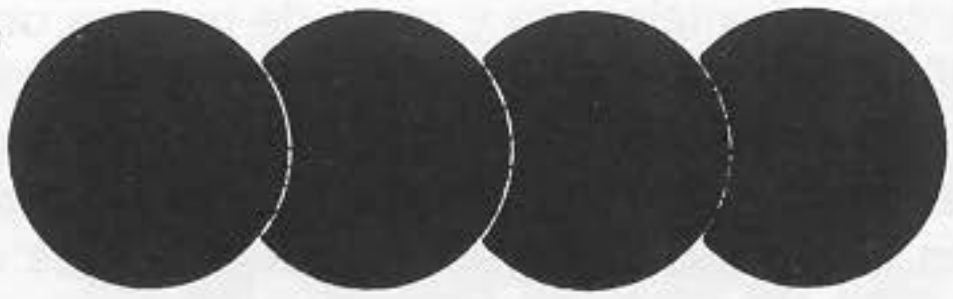
a



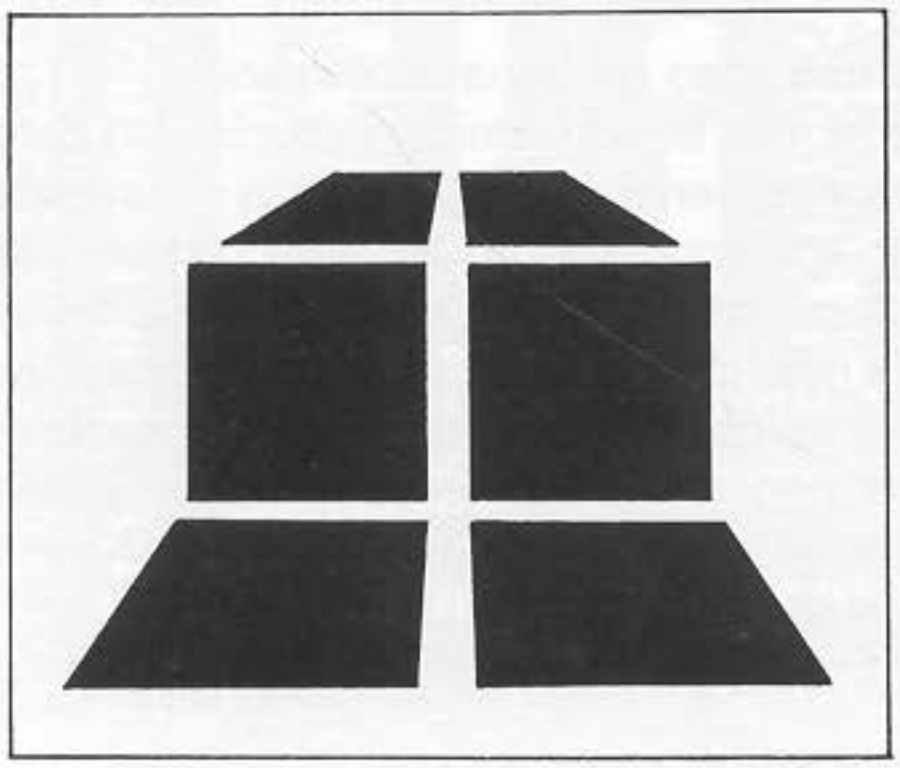
b



c



d



a) Superposición. Cuando una forma se superpone a otra, es vista como si estuviera delante o encima de la otra. Las formas lisas pueden carecer de todo grosor apreciable, pero si ocurre la superposición, una de ambas formas deberá tener alguna desviación del plano de la imagen, por ligera que sea esa desviación (figura 73a).

b) Cambio en tamaño. El aumento en el tamaño de una forma sugiere que se está aproximando, mientras la disminución de ese tamaño sugiere que se aleja. Cuanto mayor sea la escala de cambio de tamaño dentro del diseño, será más profunda la ilusión de profundidad espacial (fig. 73b).

c) Cambio en color. Sobre un fondo blanco, los colores oscuros se destacan más que los claros, con lo que aparecen más cerca de nuestros ojos. Sobre un fondo muy oscuro, es cierto lo contrario. Si hay colores cálidos y colores fríos en un diseño, los cálidos parecen generalmente avanzar mientras los fríos retroceden (fig. 73c).

d) Cambio en textura. Las texturas más gruesas parecen normalmente más cerca de nuestros ojos que las más finas (fig. 73d).

e) Cambio en el punto de vista. Una forma aparece vista frontalmente cuando es paralela al plano de la imagen. Si no es paralela al plano de la imagen, sólo podemos verla desde un ángulo oblicuo. El cambio en el punto de vista es un resultado de la rotación espacial (véase el capítulo 6, sección sobre gradación espacial), creando un espacio ilusorio aunque no sea muy profundo (fig. 73e).

f) Curvatura o quebrantamiento. Las formas lisas pueden ser curvadas o quebradas para sugerir un espacio ilusorio. La curvatura o la torcedura cambian su frontalidad absoluta y activan su desviación del plano de la imagen (fig. 73f).

g) Agregado de sombra. El agregado de sombra a una forma enfatiza la existencia física de la forma. La sombra puede ser colocada delante o detrás de la forma, unida o separada de ella (fig. 73g).

Volumen y profundidad en el espacio ilusorio

Todas las formas lisas pueden convertirse en formas tri-dimensionales en el espacio ilusorio, con la sugestión de un grosor, lo que sólo requiere perspectivas suplementarias agregadas a la frontal. Como una forma tri-dimensional nunca es vista en frontalidad total, hay muchos ángulos y puntos de vista desde los que puede ser mirada y representada con convicción sobre una superficie lisa (fig. 74a).

Existen sistemas isométricos de proyección, y otros, en la representación del volumen y de la profundidad (fig. 74b). También hay leyes de perspectiva, por medio de las cuales podemos describir el volumen y la profundidad con un sorprendente grado de realismo (fig. 74c). Si tenemos que representar un cubo, que tiene seis lados iguales, que se encuentran en ángulos rectos entre sí, los sistemas simples de proyección mantienen la igualdad de los lados y ángulos hasta cierto grado, pero la perspectiva que nos da una imagen más convincente es la que muestra como desiguales a los elementos iguales.

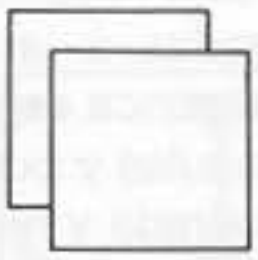
Cuando debe representarse a una serie de cubos, uno detrás de otro, los diversos sistemas de proyección no demuestran la disminución en el tamaño de los cubos, pero la perspectiva aporta esa disminución gradual de tamaño (fig. 74d).

Representación del plano en el espacio ilusorio

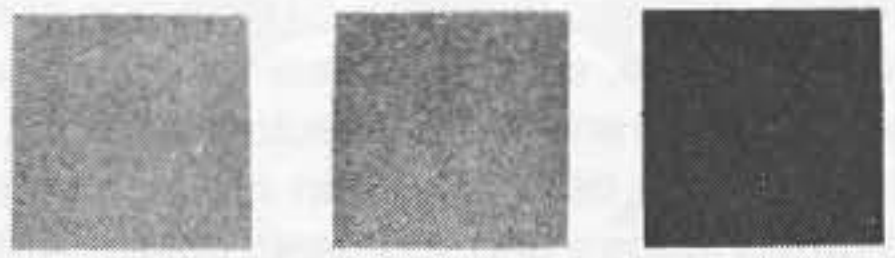
El volumen está contenido por planos que pueden ser representados de varias maneras:

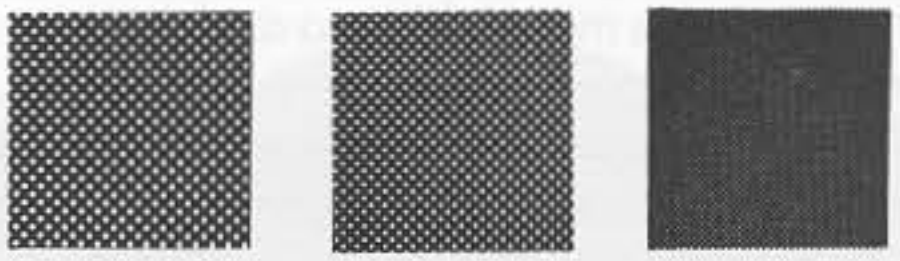
a) Planos dibujados. Los planos pueden ser dibujados, y el diseñador puede elegir para su propósito cualquier grosor de línea. Los planos dibujados en un espacio ilusorio son representados habitualmente como planos opacos: no podemos ver lo que hay detrás de ellos. Si son representados como planos transparentes, pueden entonces convertirse en algo similar a marcos espaciales (fig. 75a).

b) Planos sólidos. Éstos son planos sin ambigüedad. Los planos sólidos, si son de un mismo color, pueden ser usados como formas lisas para sugerir una profundidad ilusoria, pero les es difícil colaborar entre sí para sugerir el volumen. Los planos sólidos con variaciones de color pueden representar el volumen con gran eficacia (fig. 75b).

a 

b

c 

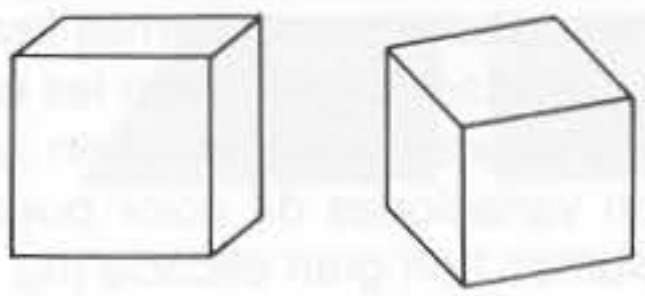
d 

e

f

g

73

a 

74

c) Planos de textura uniforme. Un plano de textura uniforme se distingue de otro vecino, incluso si la textura de ambos planos es la misma. Esto se debe a que el esquema de textura de un plano no tiene que proseguir continuamente hasta el plano adyacente. Ciertas clases de textura poseen una fuerte sensación de dirección, lo que da énfasis a planos que no sean vistos frontalmente sino de costado. Las líneas paralelas, densamente espaciadas, de un mismo ancho, o los esquemas regulares de puntos, pueden formar planos de textura que aportan muchas posibilidades al diseñador (fig. 75c).

d) Planos de color o de textura en gradación. Los planos de color o de textura en gradación tienen un efecto diferente en la creación de la ilusión espacial. Sugieren en las superficies ciertos esquemas de luz y sombra, o brillos metálicos, lo que refuerza en cierto grado el realismo (fig. 75d). Los planos de textura en perspectiva deben ser presentados en tal forma que los esquemas de textura sean también vistos en perspectiva. Tales planos de textura no son uniformes sino de gradación y aún de radiación (irradiando desde los puntos de desaparición).

Espacio fluctuante y conflictivo

El espacio fluctúa cuando parece avanzar en cierto momento y retroceder en otro. Hemos ya mencionado una clase de situación fluctuante simple, cuando discutimos al principio de este capítulo el espacio positivo y negativo y las relaciones reversibles entre figura y fondo (fig. 72a). Una situación fluctuante más dinámica es ilustrada en la figura 76a, que puede ser interpretada como una figura vista desde arriba o una figura vista desde abajo. Ambas interpretaciones son válidas. La fluctuación espacial crea interesantes movimientos ópticos.

El espacio conflictivo es similar al espacio fluctuante, pero intrínsecamente diferente. El espacio fluctuante es ambiguo, porque no existe una forma definida con la que podamos interpretar la situación espacial, pero el espacio conflictivo aporta una situación espacial absurda, que parece imposible de interpretar. En el espacio conflictivo, sentimos que estamos mirando definidamente hacia abajo si sólo vemos una parte del diseño, o mirando definidamente hacia arriba si vemos sólo otra parte del diseño. Sin embargo, cuando el diseño es visto en su conjunto, las dos experiencias visuales están en serio conflicto entre sí y no pueden ser reconciliadas. La situación es absurda porque no existe en la realidad. Sin embargo evoca una extraña tensión visual que ofrece muchas posibilidades interesantes a los artistas y diseñadores (fig. 76b).

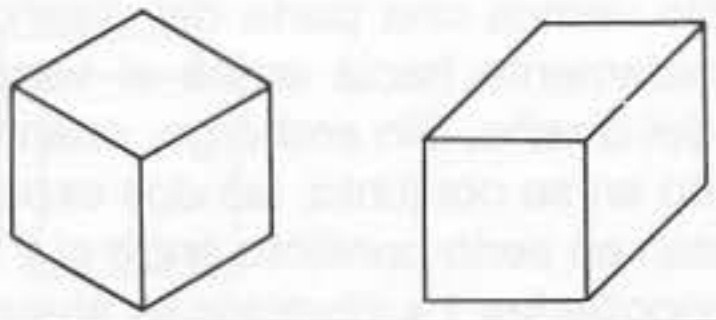
Notas sobre los ejercicios

En las figuras 77a, b, c, d, e, f, g y h se describen varios tipos de espacio ilusorio. Los planos son construidos con esquemas de líneas regulares, algunas repetitivas, algunas en gradación.

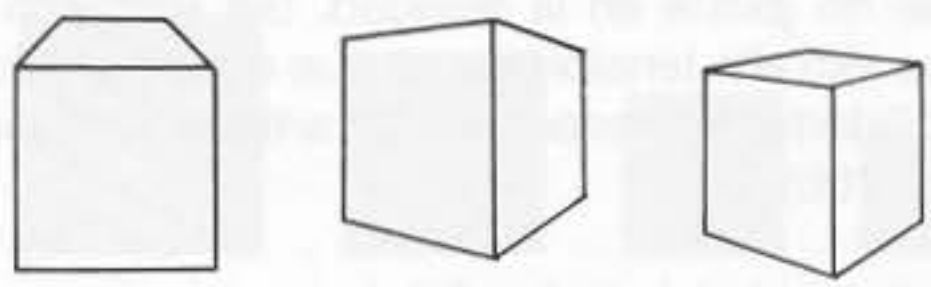
Si revisamos todos los ejercicios ilustrados en este libro, en realidad podemos descubrir más ejemplos que describen un espacio ilusorio. La figura 26f sugiere una esfera sólida. Las figuras 47g y h muestran superficies curvadas; las figuras 55b y j parecen ser relieves, y hay aún más.

Los ejercicios, desde el capítulo 3 hasta el presente, suponen un viaje que el lector ha realizado. Verá que los primeros ejercicios tienen en general mayores restricciones, exigiendo módulos más específicos, mientras los ejercicios posteriores aportan una mayor libertad. En el conjunto, los ejercicios exigen por igual una mente y una mano disciplinadas, que son un equipamiento necesario para el diseñador. Los artistas creativos no encontrarán igualmente disfrutables todos los ejercicios, pero estos ejercicios suponen posibilidades, tanto como limitaciones. La gramática visual es sólo un utensilio básico; el campo completo de la creatividad debe ser explorado por cada persona.

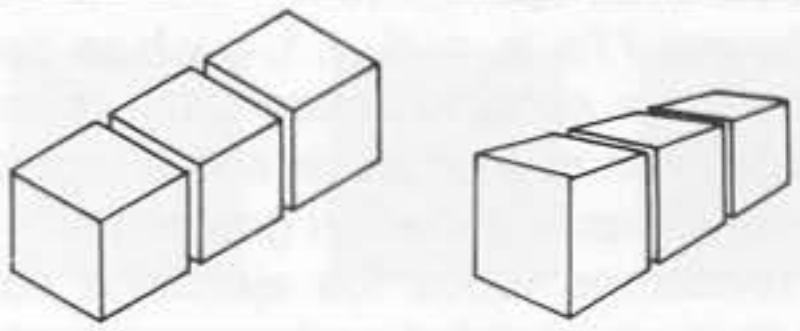
b



c

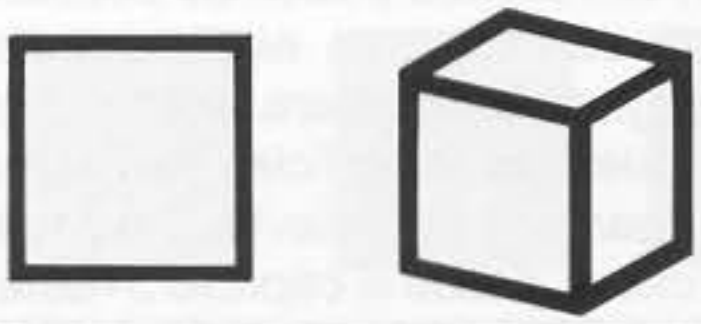


d

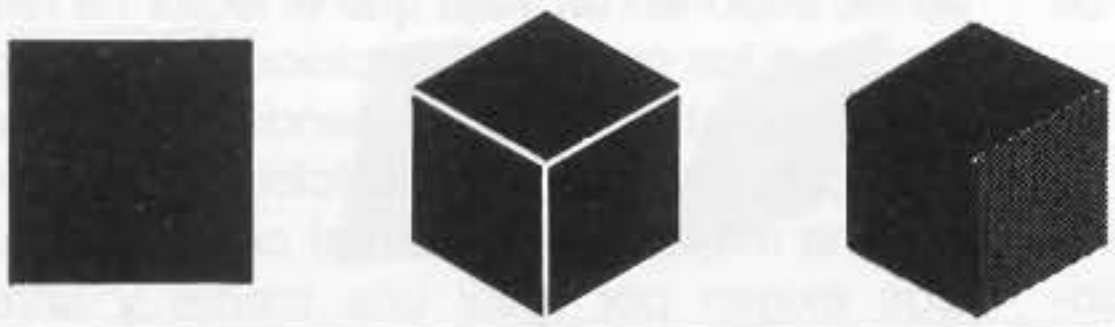


74

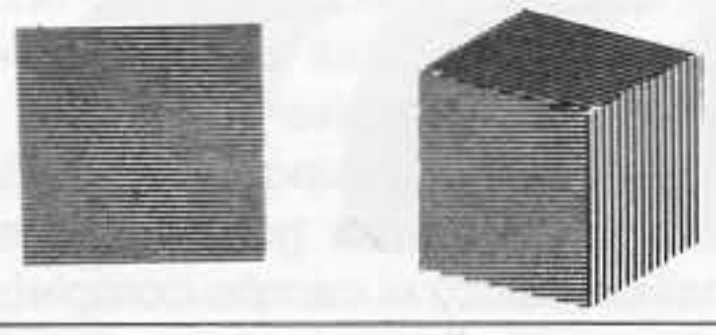
a



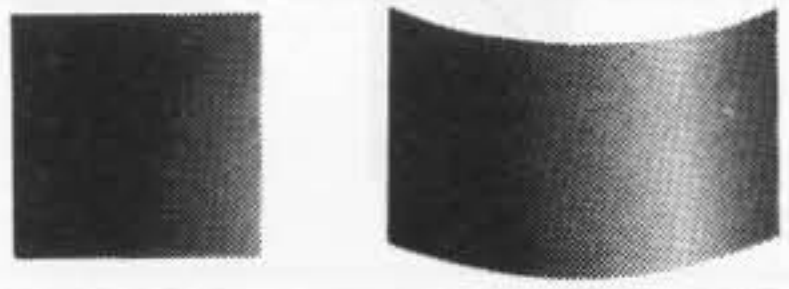
b



c

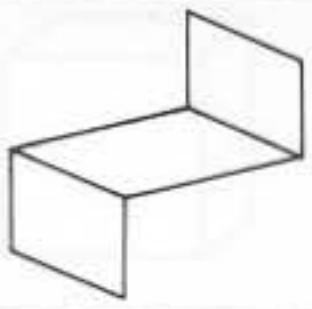


d

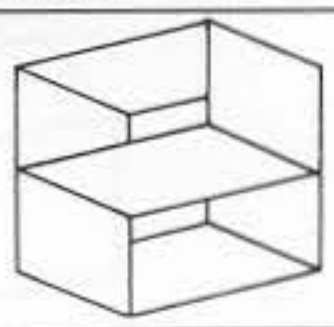


75

a

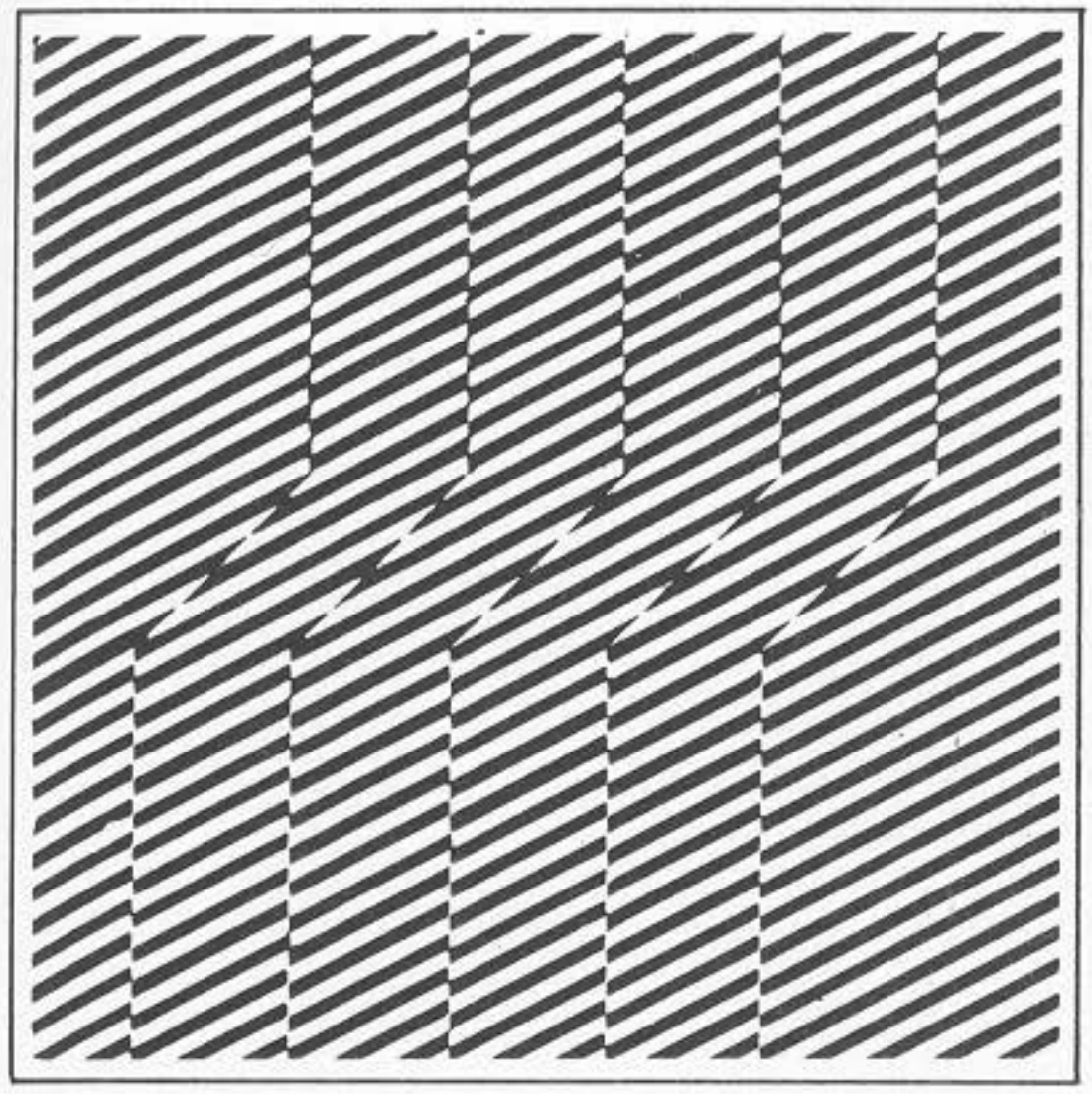


b

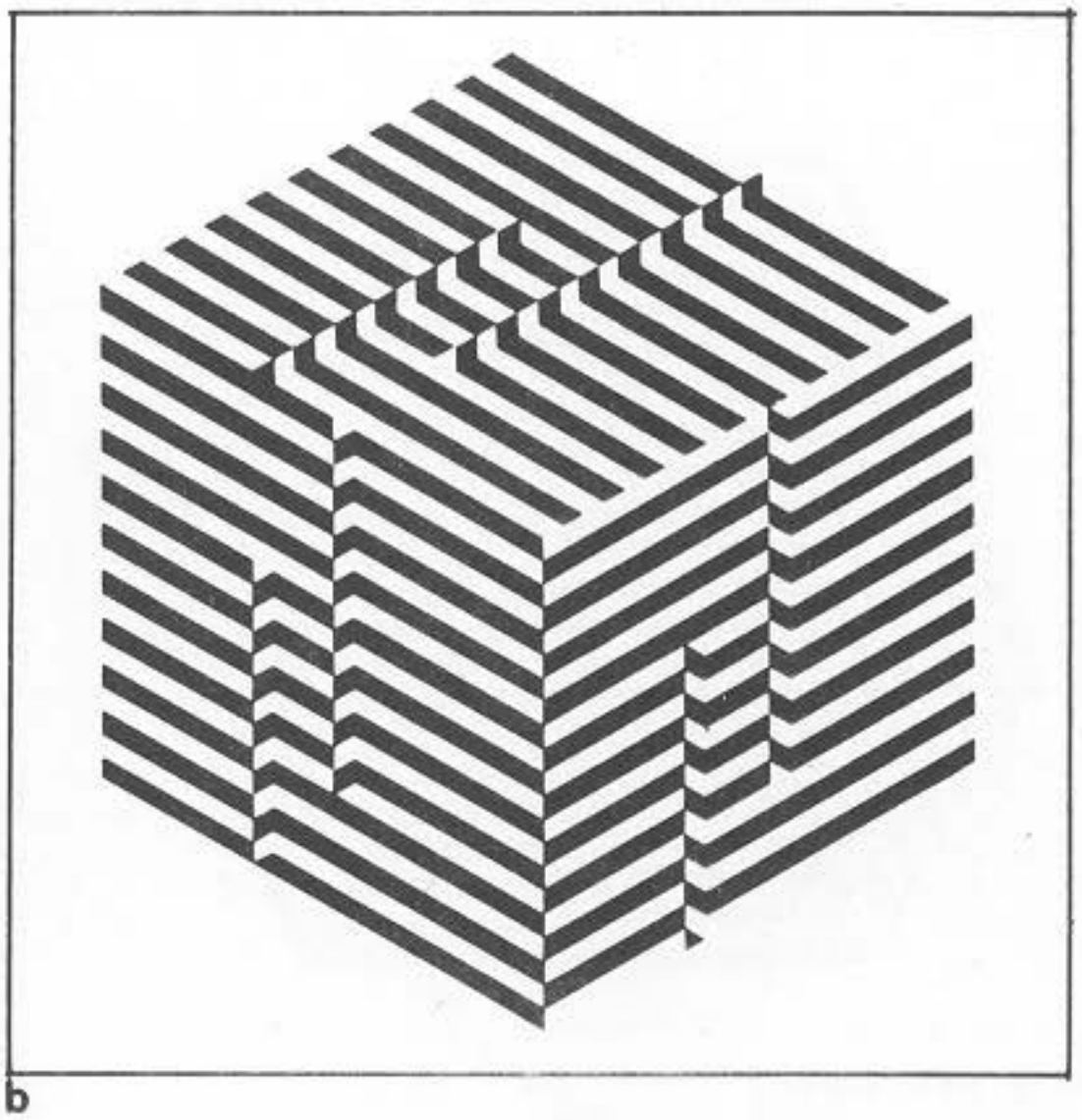


76

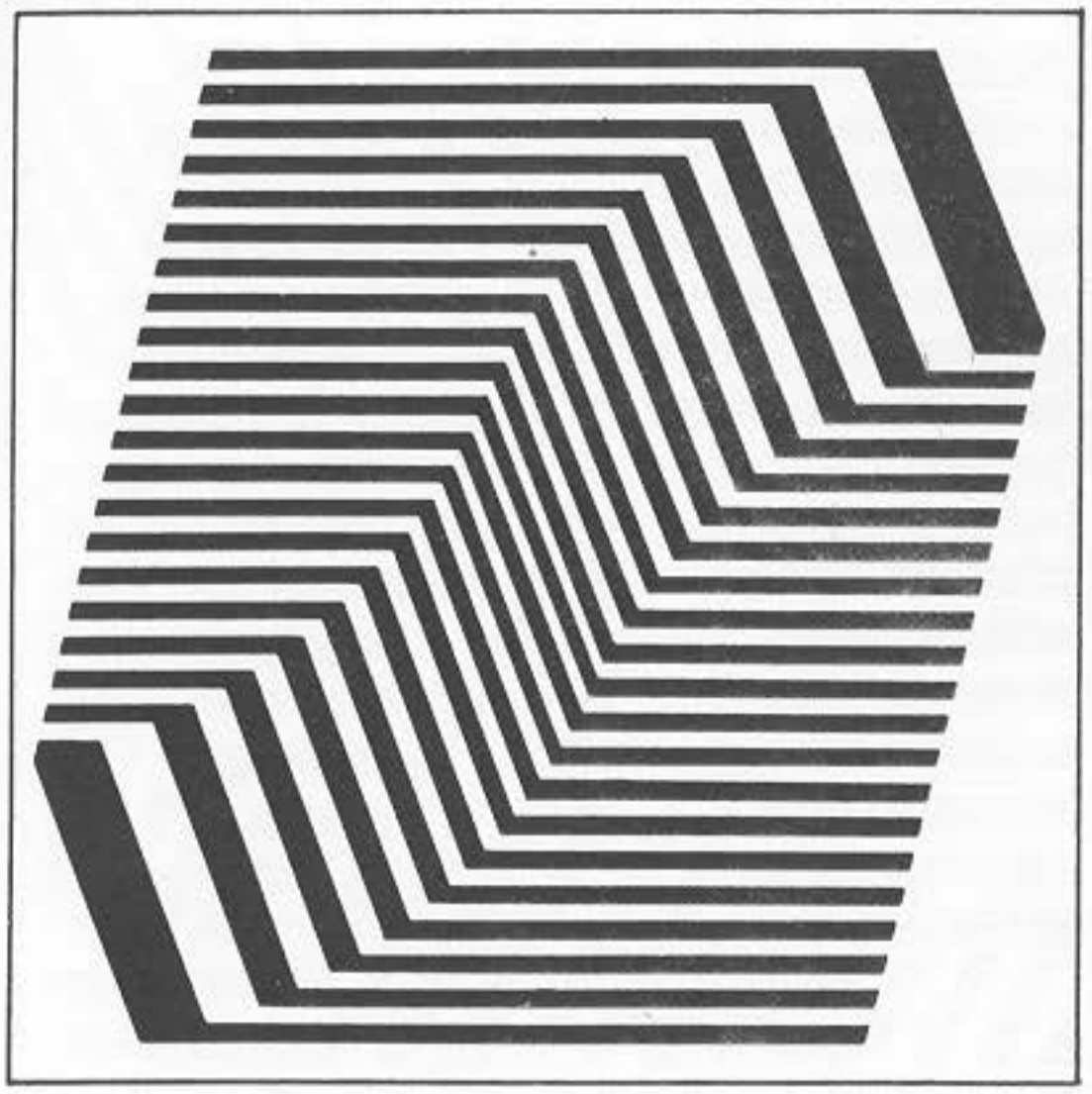
77



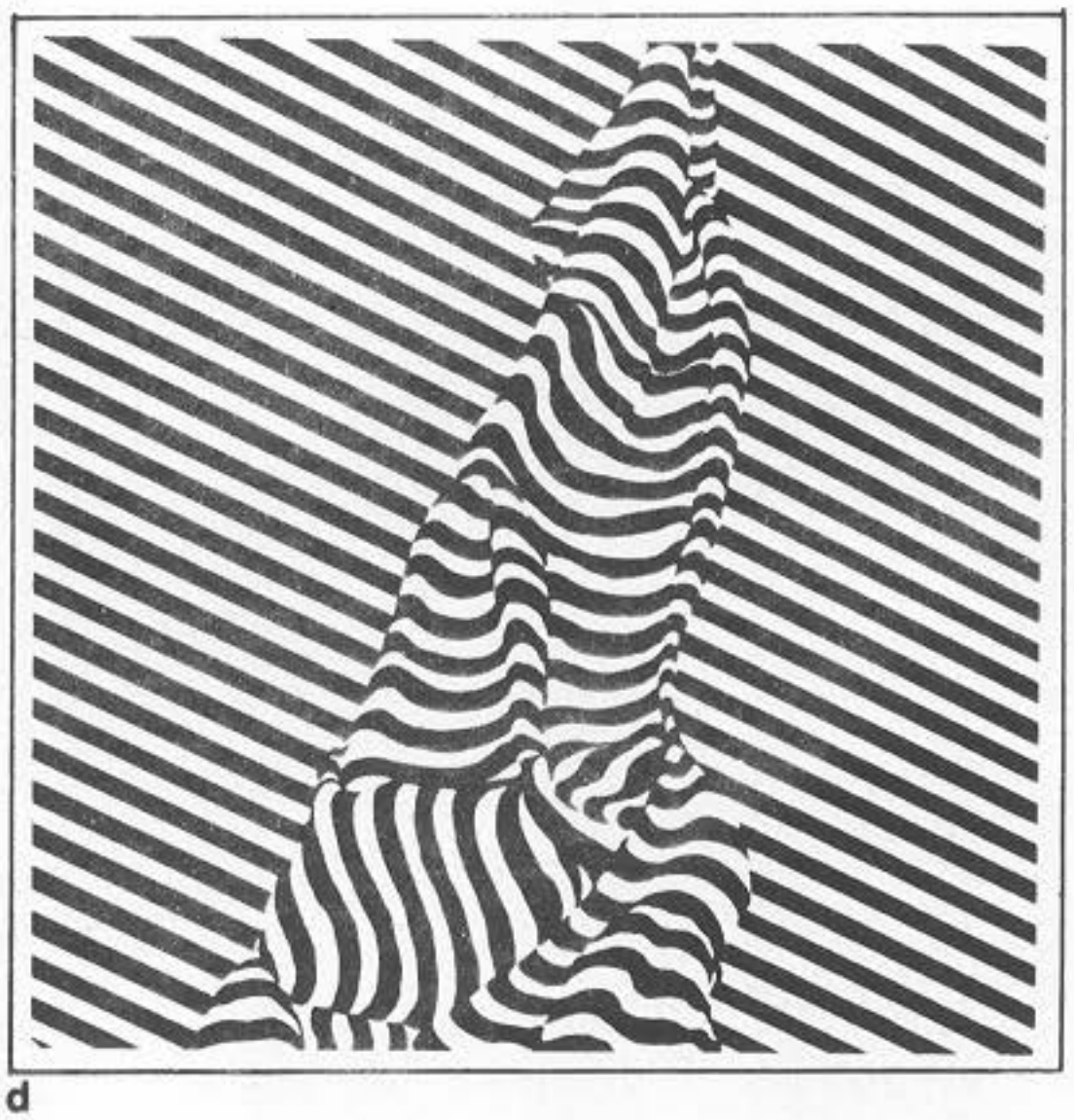
a



b

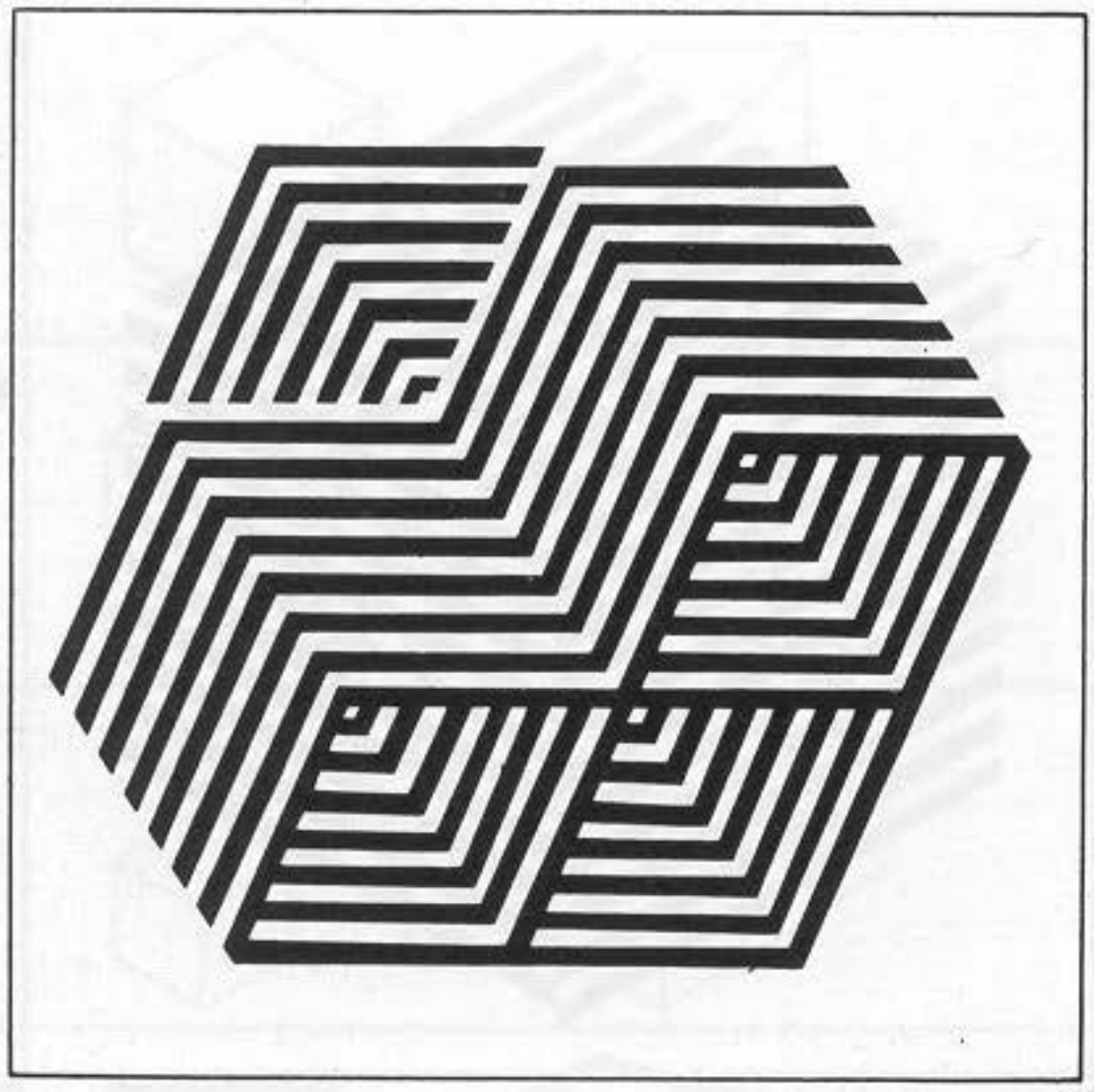


c

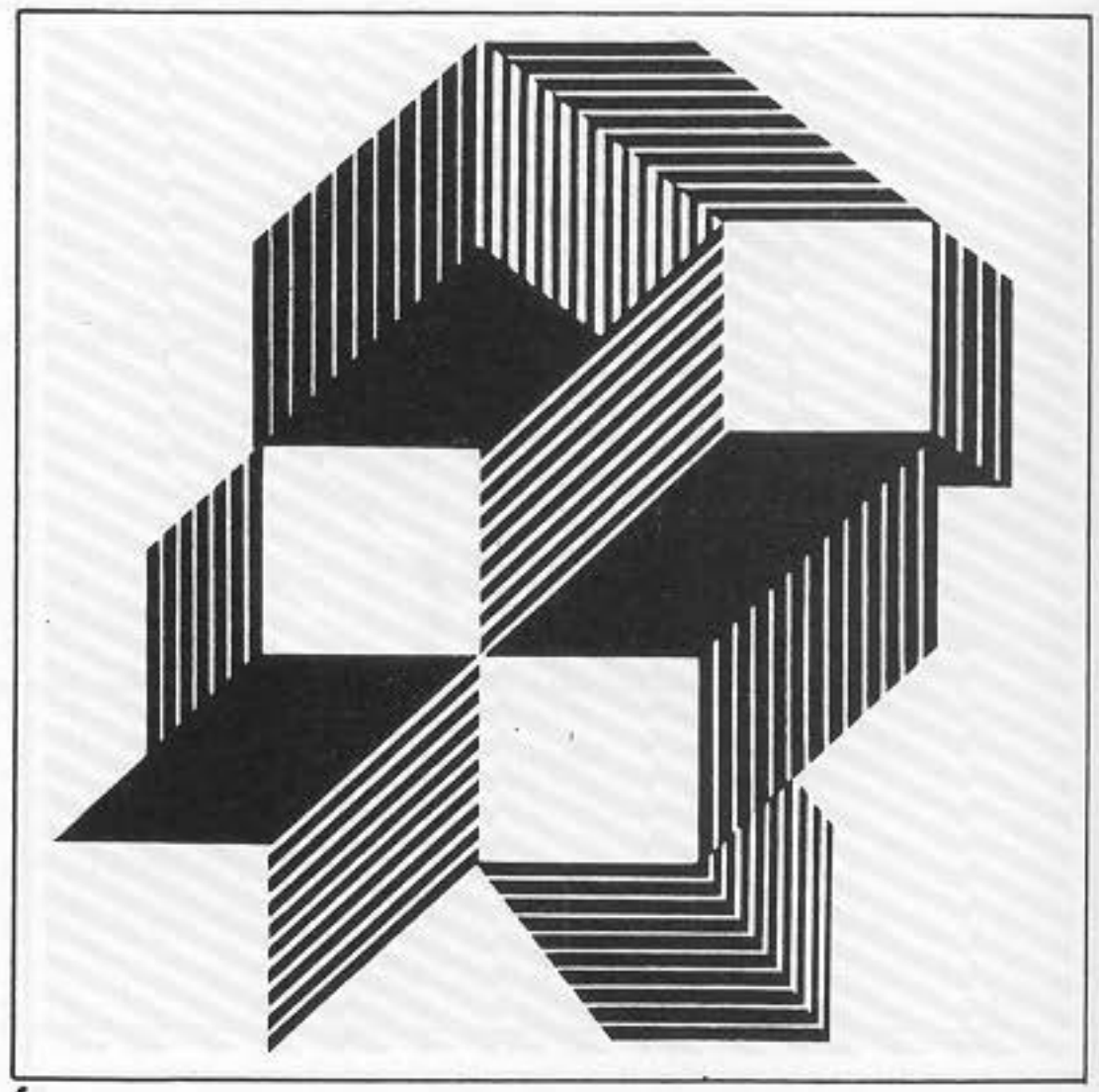


d

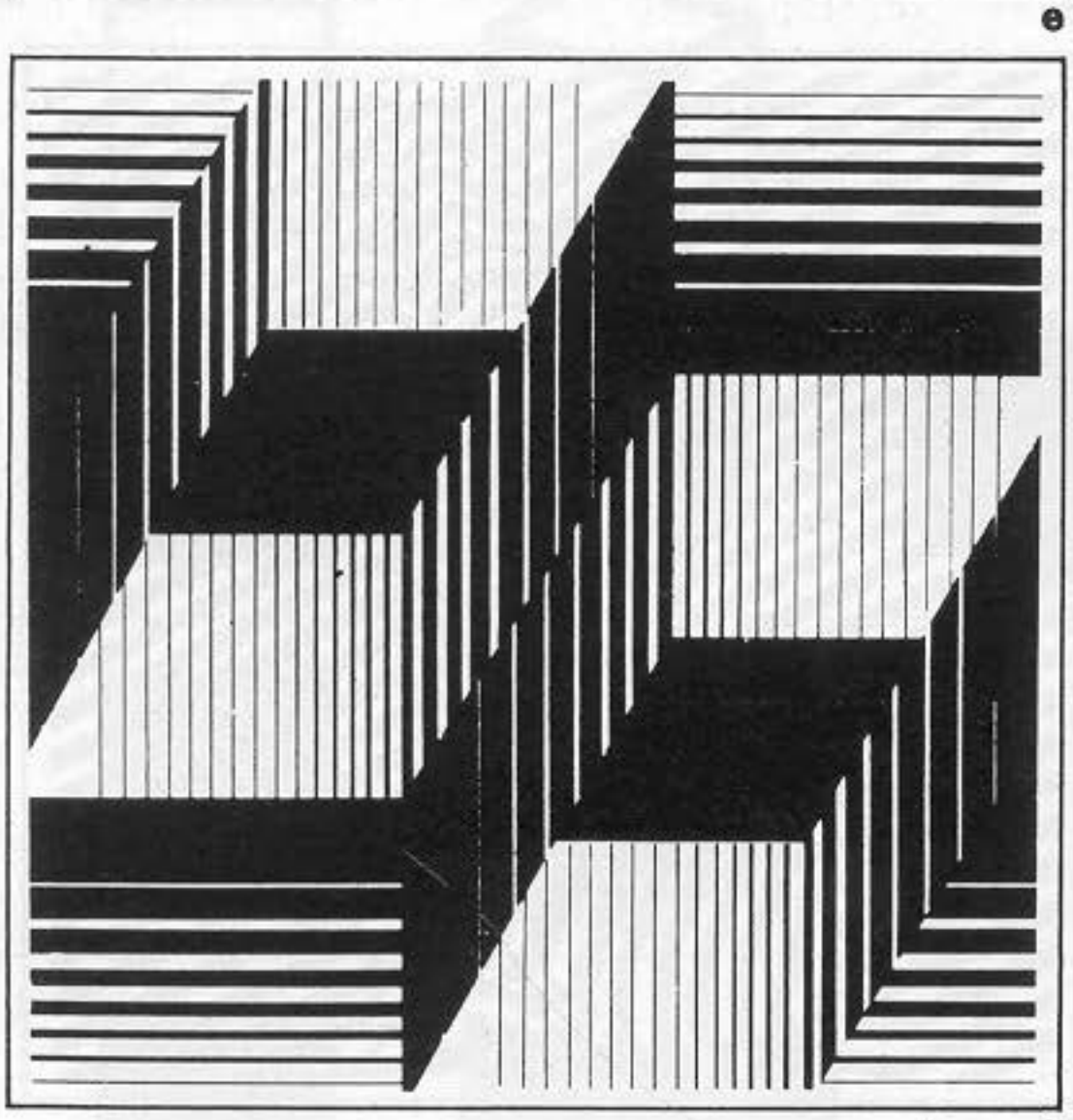
77



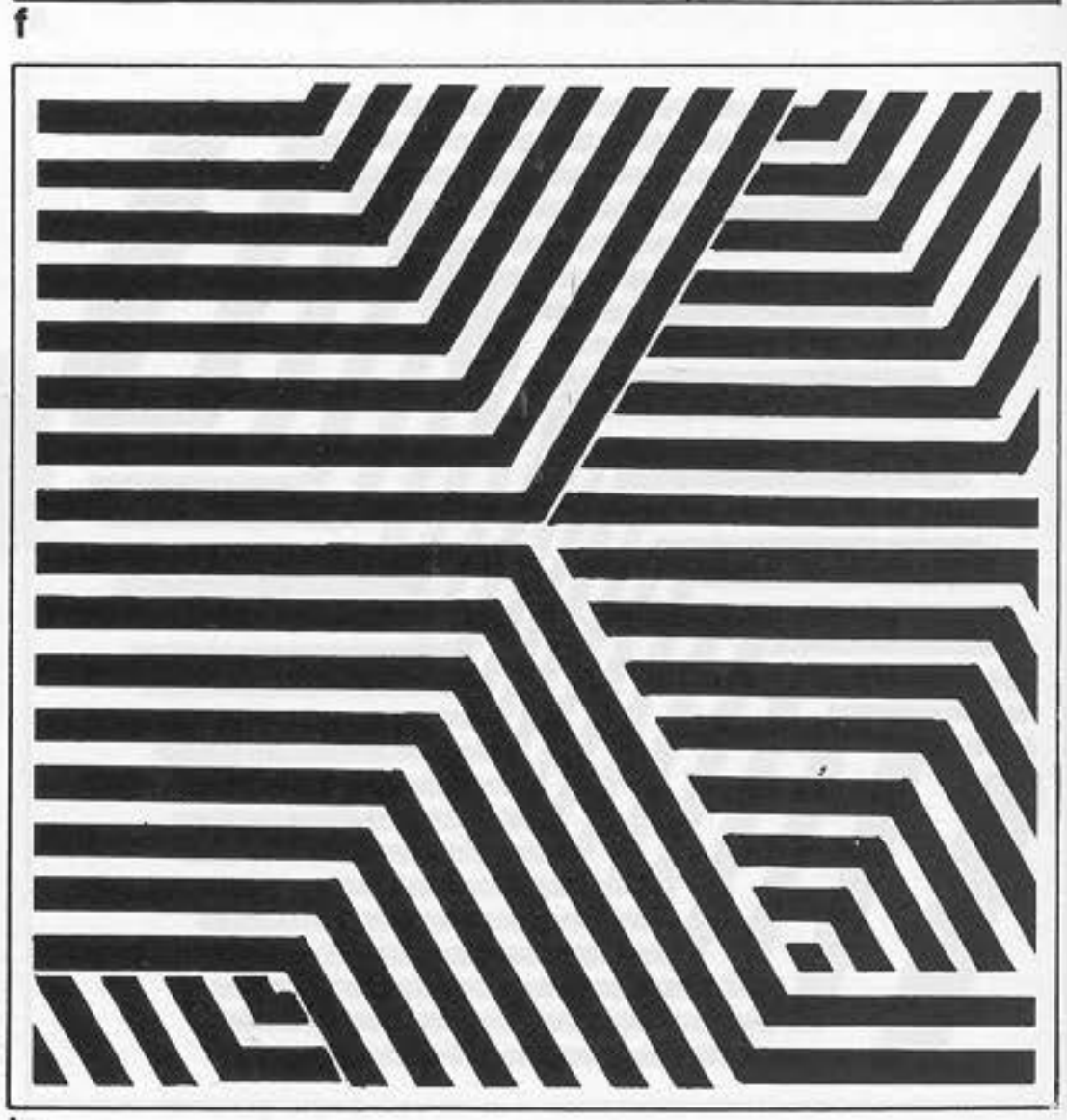
e



f



g



h

FORMA BI-DIMENSIONAL

PRIMERA PARTE
ASPECTOS DE LA FORMA

LA FORMA

Hablando en general, todo lo visible tiene forma. La forma es todo lo que se puede ver —todo lo que tiene contorno, tamaño, color y textura—, ocupa espacio, señala una posición e indica una dirección. Una forma creada, puede basarse en la realidad —reconocible— o ser abstracta —irreconocible—. Una forma puede haberse creado para transmitir un significado o mensaje, o bien puede ser meramente decorativa. Puede ser simple o compleja, armónica o discordante.

En sentido estricto, las formas son contornos compactos y positivos que ocupan un espacio y se diferencian del fondo.

La forma tri-dimensional

Al vivir en un espacio tri-dimensional, nuestra experiencia de la forma es primordialmente tri-dimensional. Una forma tri-dimensional es aquella hacia la que nos podemos acercar, de la que nos podemos alejar y a la que podemos rodear; puede verse desde diferentes ángulos y distancias. Está a nuestro alcance, la podemos tocar e incluso coger.

Una forma tri-dimensional no está forzosamente fija. Un ser vivo puede describirse como una forma tri-dimensional que corre, vuela, nada o desplaza parte de su cuerpo. Las formas tri-dimensionales interaccionan con otras formas tri-dimensionales del entorno.

La forma bi-dimensional

Los escritos, dibujos, pinturas, decoraciones, diseños y garabateos humanos tienen contornos y colores que pueden percibirse como formas bi-dimensionales.

Las superficies naturales que tienen texturas y dibujos a veces se perciben como formas bi-dimensionales. Con todo, podemos considerarlas esencialmente como una creación humana para la comunicación de ideas, el recuerdo de experiencias, la expresión de sentimientos y emociones, la decoración de superficies planas y la transmisión de visiones artísticas.

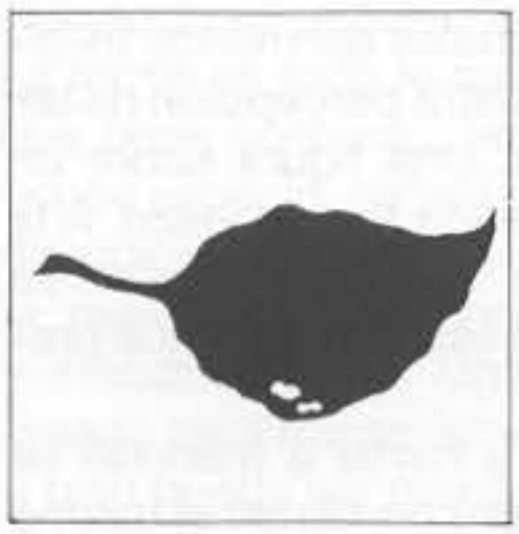
Las formas bi-dimensionales consisten en puntos, líneas y planos sobre superficies planas.

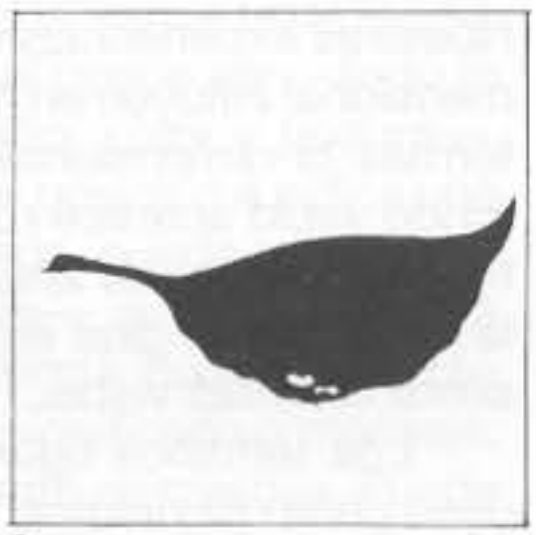
Forma y figura

Nuestras experiencias visuales del mundo tri-dimensional influyen en nuestra percepción de las formas bi-dimensionales. Una figura sobre un fondo vacío aparece rodeada por un vacío. A la figura se le puede añadir volumen y grosor, se la puede hacer girar en el espacio para que presente distintas vistas.

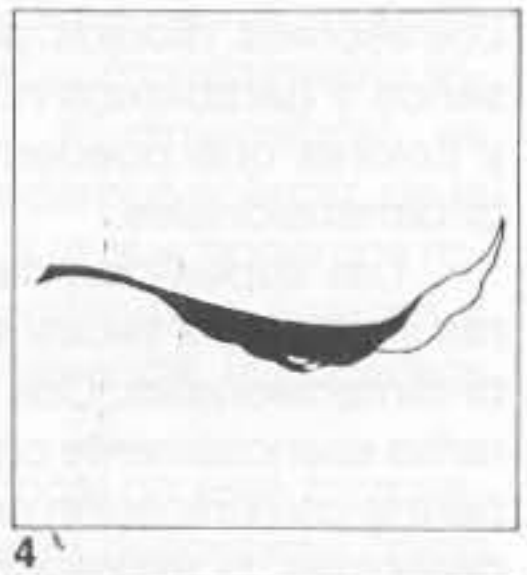
Los términos *figura* y *forma* a menudo se usan como sinónimos, pero no tienen el mismo significado. Una figura es un área delimitada con una línea. Una figura a la que se le da volumen y grosor y que se puede mostrar en vistas diferentes es una forma. Las formas exhiben algún tipo de profundidad y volumen; características asociadas con las figuras tri-dimensionales, mientras que las figuras son formas representadas desde ángulos y distancias determinados. Una forma, por lo tanto, puede tener muchos figuras.

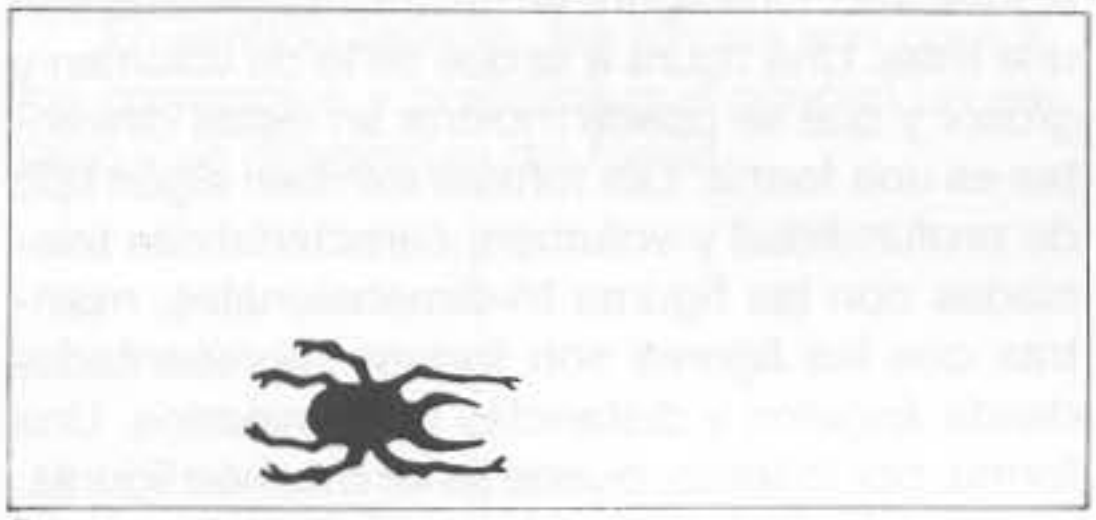
Las figuras del 1 al 4 muestran la misma forma de hoja con diferentes figuras.


1


2

3


4

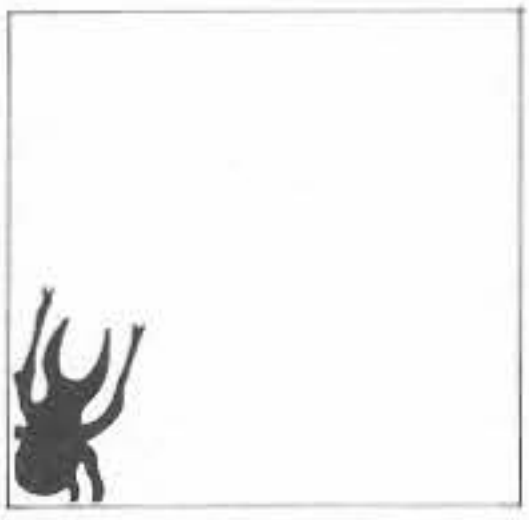

5

6

7

9

8


10

11

Marco de referencia

Un diseño normal empieza con un área limitada por cuatro bordes que forman ángulo recto entre sí. Estos bordes constituyen el *marco de referencia*, que tiene su propia figura.

Dentro del marco de referencia pueden introducirse una o numerosas formas. Con ello se produce una situación de *campo de figuras*; las formas se ven como *figuras* y el espacio de detrás de las formas y entre ellas y el marco de referencia, como el *campo* o *fondo* de la *composición* resultante. Una composición es el efecto visual generado por la interacción de las figuras y el fondo.

Además, el marco de referencia proporciona la escala —nos da una idea del *tamaño* de las formas— y establece las *posiciones* y *direcciones* de los elementos.

Las figuras 5 a 11 presentan la misma forma (y la misma figura) en diferentes composiciones. Observemos cómo de diferentes marcos de referencia resultan diferentes composiciones (figs. 5-8); cómo las composiciones parecen más pequeñas cuanto mayor es el marco de referencia (fig. 9) y cómo la forma puede quedar recortada por el marco de referencia cuando se desplaza parcialmente fuera de su límite (figs. 10 y 11).

Forma y espacio

La forma es un *espacio positivo*, un espacio ocupado. El espacio sin ocupar que rodea a una forma se conoce como *espacio negativo*. El espacio positivo se percibe como una figura positiva (fig. 12). Cuando el espacio negativo está rodeado por formas positivas, se convierte en una figura negativa (fig. 13).

Una figura se percibe como una forma plana cuando no muestra ningún grosor, está colocada perfectamente frente al observador y no sugiere ninguna profundidad. Éste es el efecto creado al pegar una figura recortada en papel fino sobre otro papel. Cuando una figura se superpone a otra (fig. 14), se crea cierta profundidad; cuando la misma figura se muestra retorcida, doblada u ondulada, se introduce una forma de considerable profundidad (figs. 15-17). La misma figura puede aparecer a distintos tamaños en la misma composición; una secuencia de formas menguantes sugiere una profundidad infinita (fig. 18).

Una figura a la que se le da grosor o volumen transforma un espacio plano, bi-dimensional dentro del marco de referencia en un espacio de la profundidad adecuada (fig. 19). Las formas planas y voluminosas, los espacios superficiales y profundos, producen diferentes ilusiones ópticas, que hay que tener en cuenta al crear diseños bi-dimensionales.

LA VISUALIZACIÓN DE LA FORMA

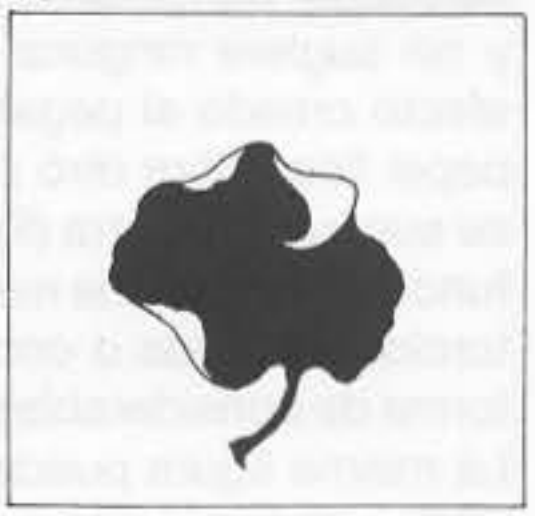
Cuando una figura origina una forma en una superficie bi-dimensional, se la puede representar de diferentes maneras sin alterar su tamaño, color, posición y dirección.

Visualizar una forma requiere la utilización de puntos, líneas y planos que describan sus contornos, características de superficie y otros detalles. Cada método o tratamiento produce un diferente efecto visual, aunque el contorno general de la forma permanezca el mismo.

12

13

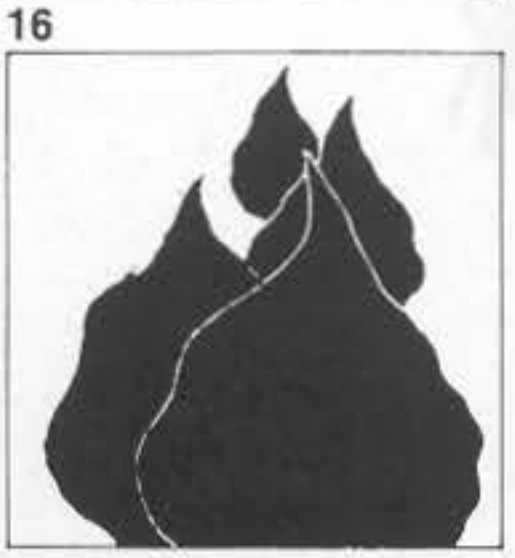
14



15

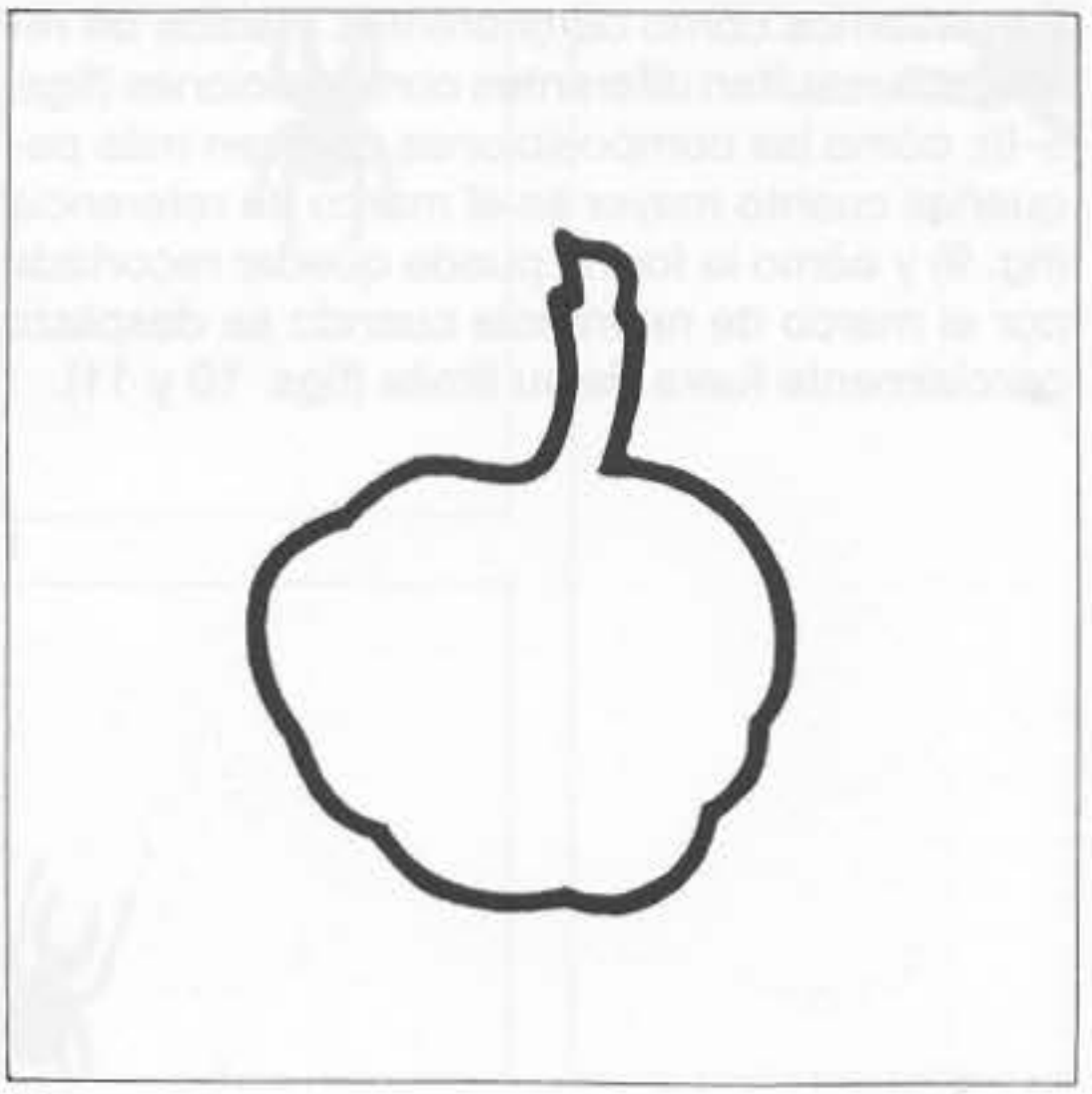
16

17



18

19



20

Visualización mediante líneas

Una línea se crea desplazando con la mano un instrumento apropiado por una superficie. Una forma construida con líneas es fácil de visualizar. Es como dibujar, excepto que para la creación de diseño se pueden usar líneas gruesas de ancho uniforme.

Un contorno es la expresión más económica de la información visual básica (fig. 20). Si una línea fina no consigue el impacto visual deseado, se la puede substituir por otra mucho más gruesa (fig. 21).

En el interior del contorno se pueden introducir detalles que faciliten una información descriptiva y refuercen las conexiones y divisiones de elementos, el volumen y profundidad aparentes o la secuencia espacial entre el primer plano y el fondo de la forma (fig. 22).

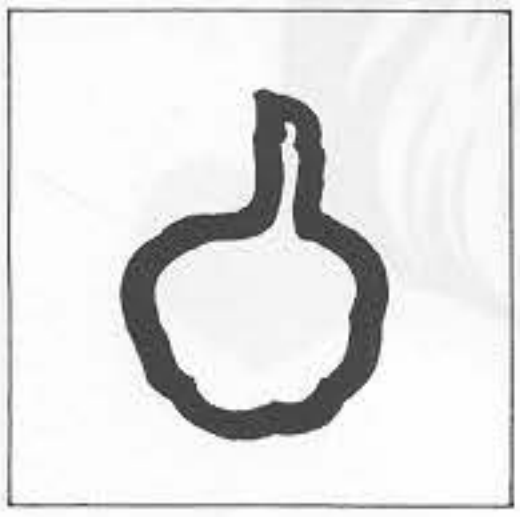
Una forma también puede visualizarse mediante líneas primarias y secundarias, a fin de clarificar su estructura; en este caso, se usan líneas de dos o más anchos uniformes (fig. 25).

Visualización mediante superficies lisas

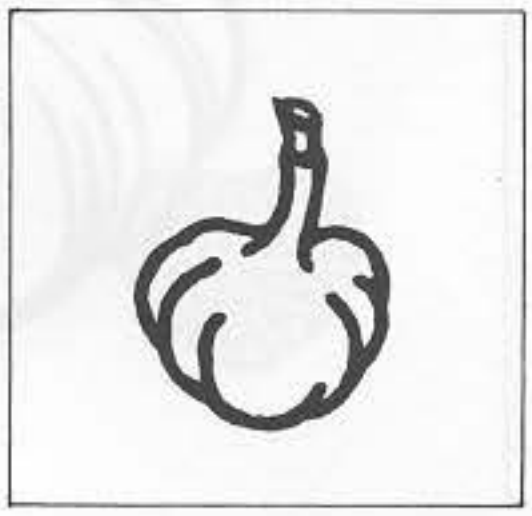
La figura contorneada en la fig. 20 puede pintarse de negro para crear una superficie lisa continua. El resultado es una silueta; la expresión más simple de una forma (fig. 23).

Las áreas blancas y negras pueden invertirse fácilmente; una forma negra sobre fondo blanco se convierte en una forma blanca, o en negativo, sobre fondo negro (fig. 24).

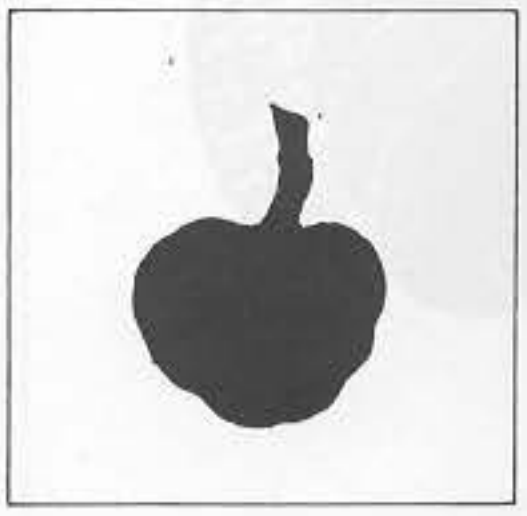
Una figura obtenida mediante una superficie continua normalmente carece de detalles. Se pueden usar las líneas en negativo (líneas blancas sobre plano negro uniforme) para introducir detalles. Las líneas en negativo dividen una superficie lisa grande en otras más pequeñas (fig. 26).



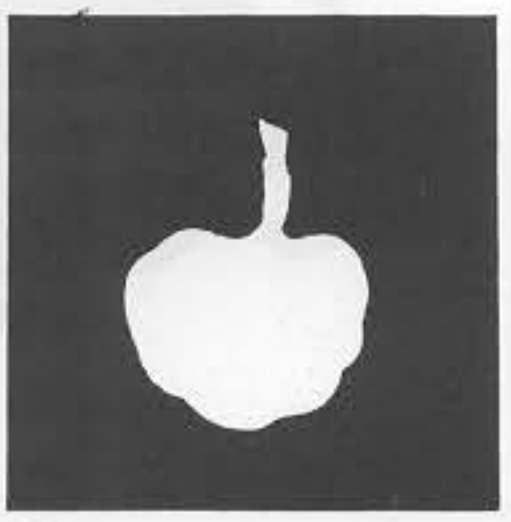
21



22



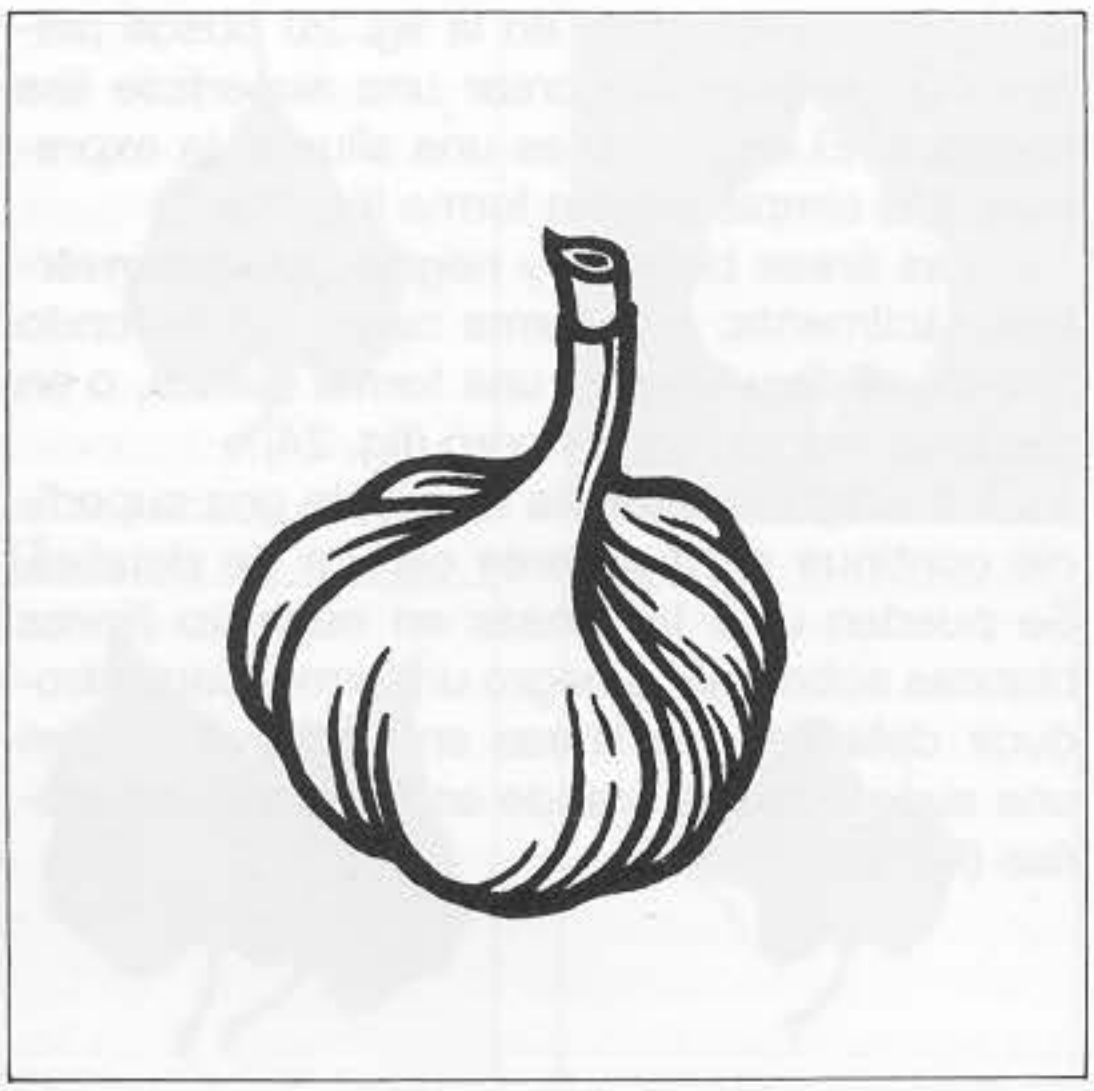
23



24

Visualización mediante líneas y superficies planas

Las líneas se usan para crear formas con apariencia ligera, mientras que las superficies planas crean formas pesadas. Las líneas y superficies planas usadas conjuntamente permiten que coexistan áreas ligeras y pesadas dentro de una figura; se pueden introducir detalles donde sea necesario. Esta forma de visualización es especialmente adecuada para añadir luces y sombras que realcen el efecto de volumen de una forma (fig. 27).



25

26

27

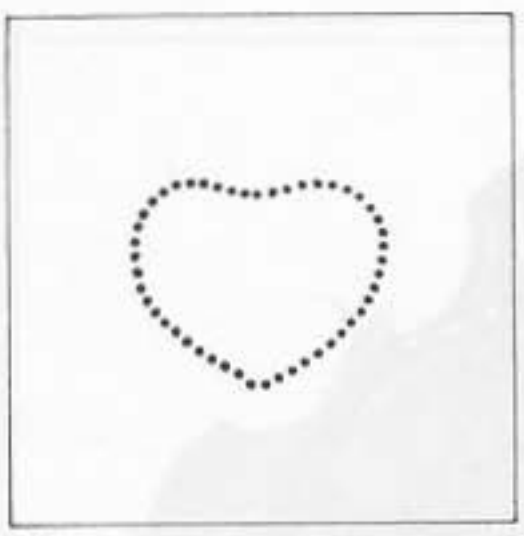
Visualización mediante puntos

Los puntos repetidos pueden usarse para delimitar un contorno (fig. 28). También pueden agruparse en una superficie plana que sugiera una forma (fig. 29). Cuando se usan para crear superficies planas, los puntos producen una textura.

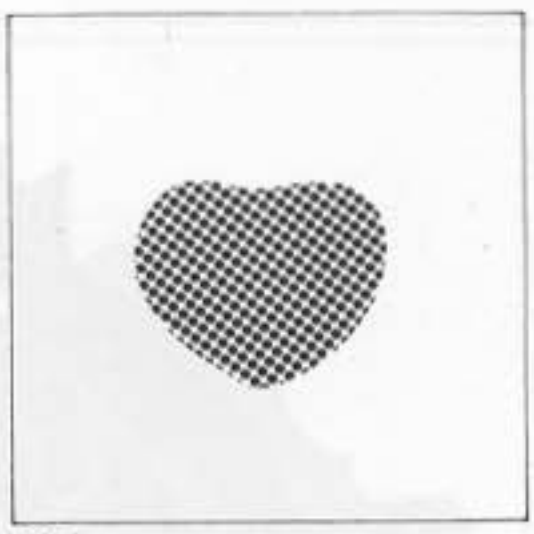
Visualización mediante textura

La textura se puede crear mediante puntos, trazos cortos, trazos largos o cualquiera de sus combinaciones. La textura puede tomar forma de dibujo regular o irregular, con ligeras variaciones en la forma o tamaño de elementos similares (figs. 30, 31).

La textura generalmente añade variaciones visuales y características superficiales a las formas. La textura también puede aplicarse en modulaciones de claros y oscuros a fin de dar volumen (fig. 32).



28



29

30

31

32

TIPOS DE FORMAS

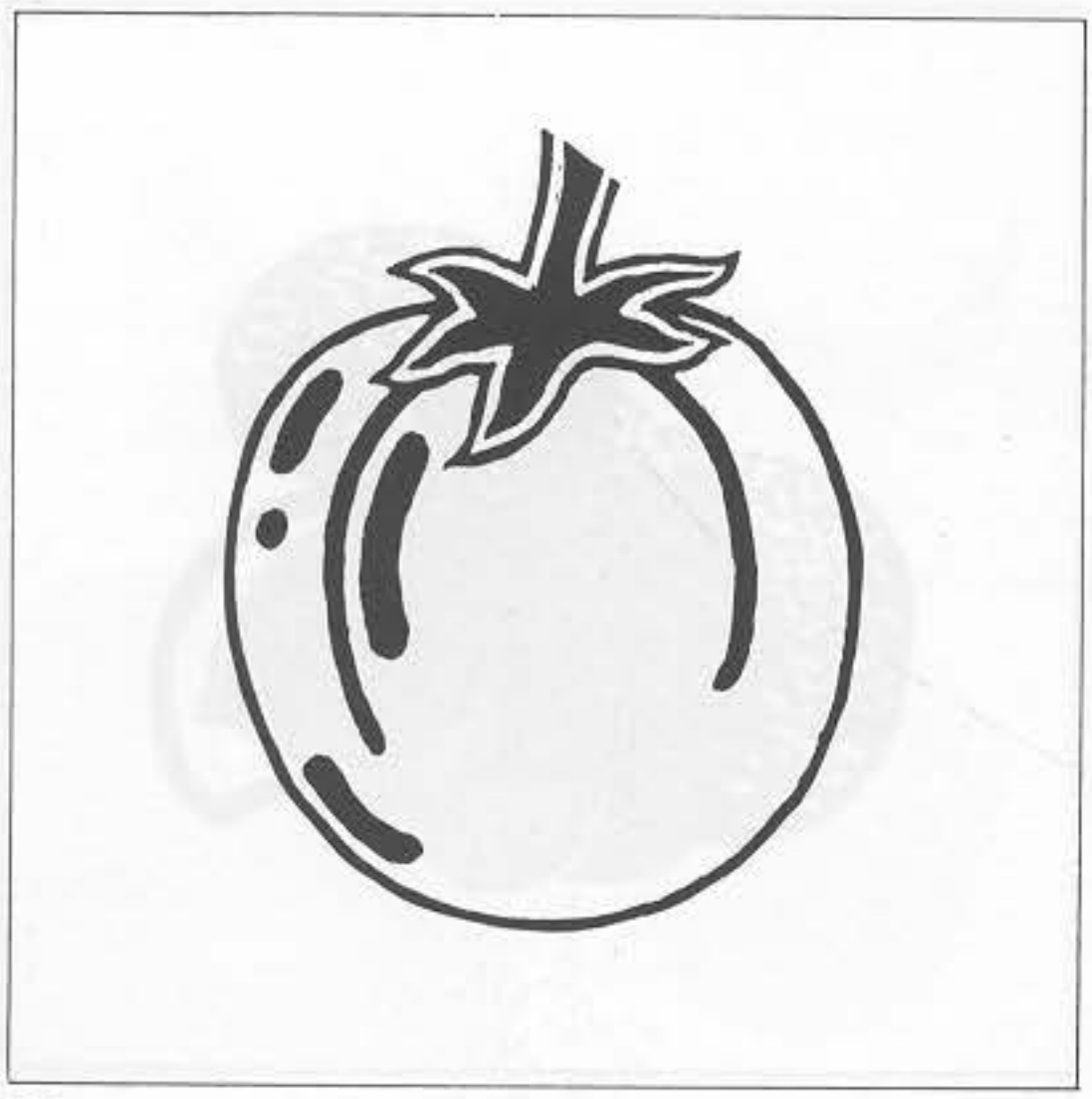
Las formas pueden clasificarse de manera genérica según su contenido específico.

Una forma que contenga un *tema* identificable establece una comunicación con los observadores en términos que van más allá de lo puramente visual. A éstas se las denomina formas *figurativas*. Cuando una forma no contiene un tema identificable, se la considera como *no figurativa* o abstracta.

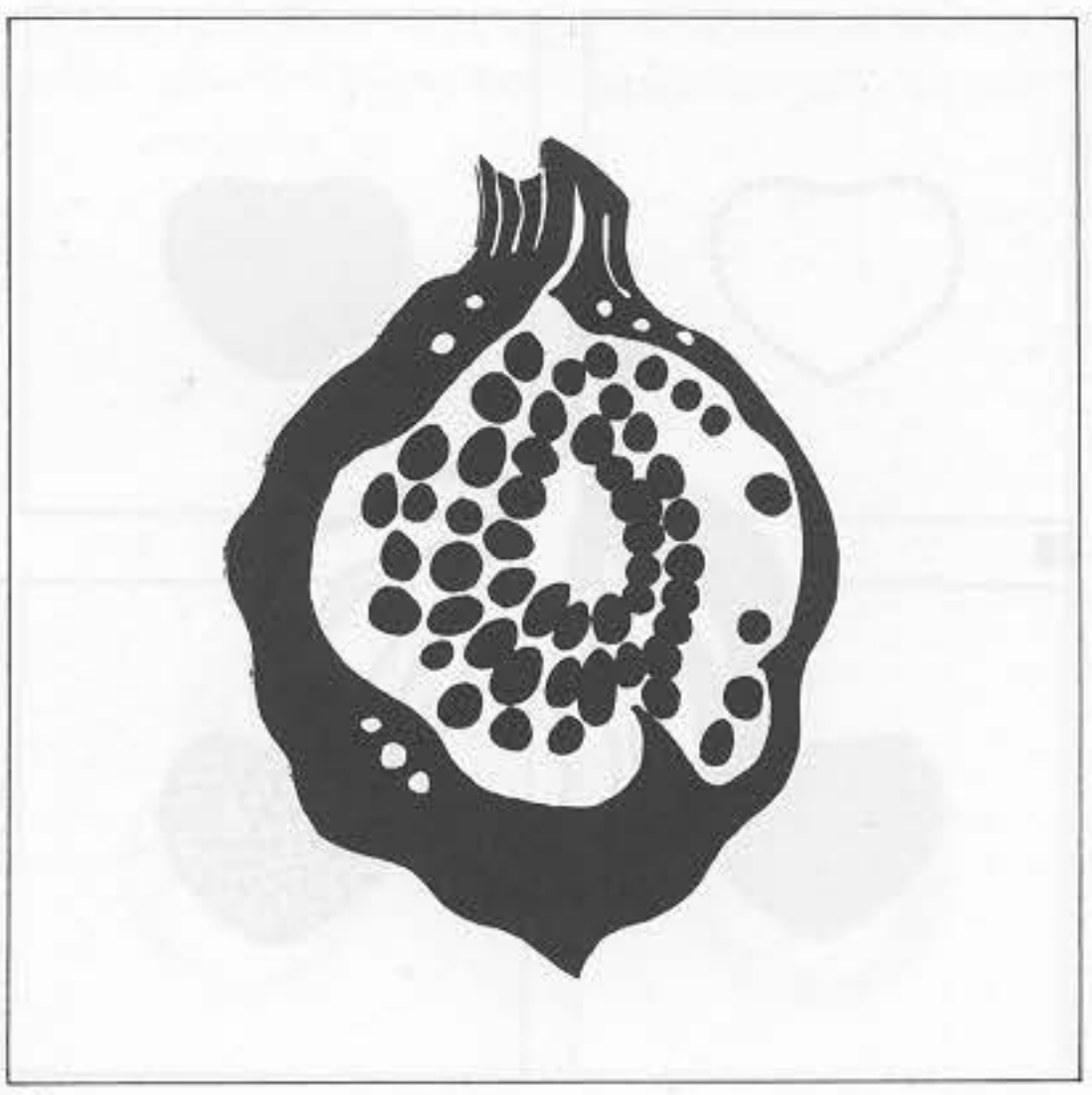
Formas figurativas

Una forma figurativa puede ser ejecutada con realismo fotográfico o con un cierto grado de abstracción —mientras no sea tan abstracta que convierta el tema en no identificable (fig. 33). Si el tema no se puede identificar, la forma es no figurativa.

A veces, el tema de una forma figurativa es fantástico. No obstante, la forma presenta una realidad transformada, que sugiere volumen y espacio, de manera que el tema fantástico comunica al observador una especie de realidad (fig. 34).



33



34

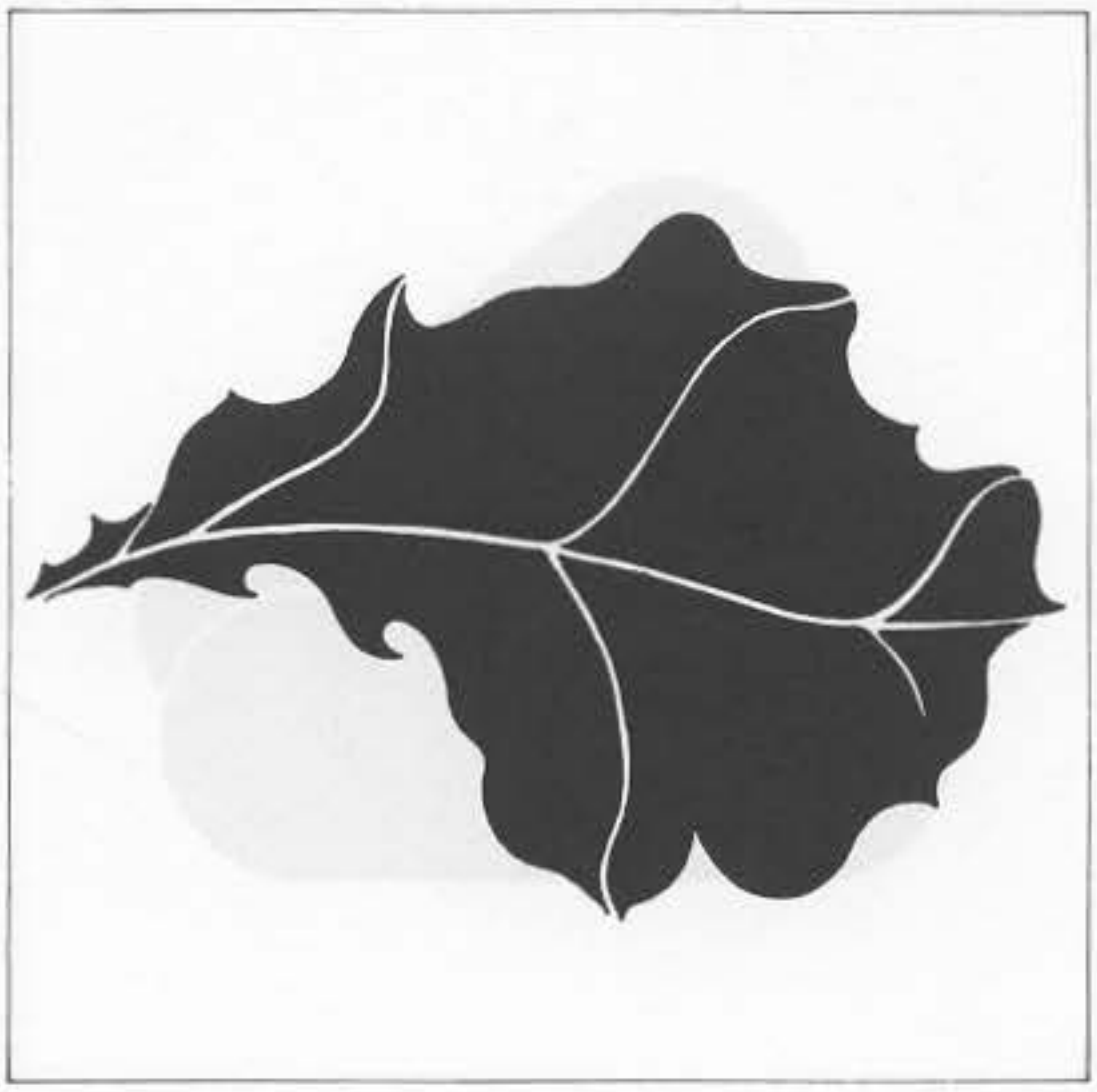
Formas naturales

Las formas figurativas pueden clasificarse a su vez según el tema representado. Si el tema es algo que se encuentra en la naturaleza, la forma puede definirse como forma *natural* (fig. 35).

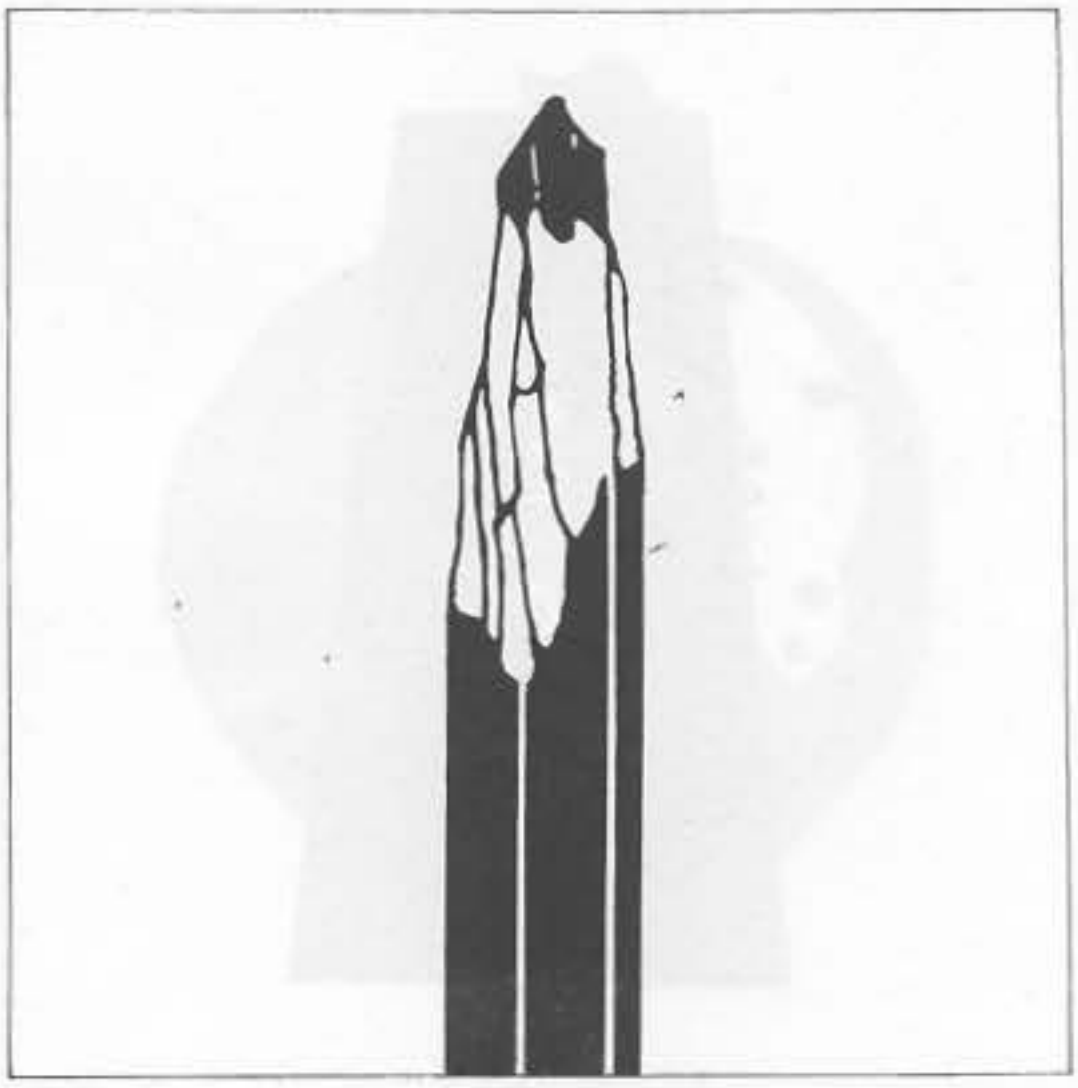
Las formas naturales comprenden los organismos vivientes y objetos inanimados que existen en la superficie de la tierra, en los océanos o en el aire.

Formas artificiales

Las formas *artificiales* son formas figurativas derivadas de objetos y entornos creados por el hombre (fig. 36). Pueden representar edificios, muebles, vehículos, máquinas, herramientas, productos domésticos, juguetes, ropa o material de escritorio, para enumerar sólo algunas de las posibilidades.



35



36

Formas verbales

El lenguaje escrito consta de caracteres, letras, palabras y cifras que posibilitan comunicaciones visuales precisas. Una forma basada en un elemento del lenguaje escrito es una forma *verbal* (fig. 37).

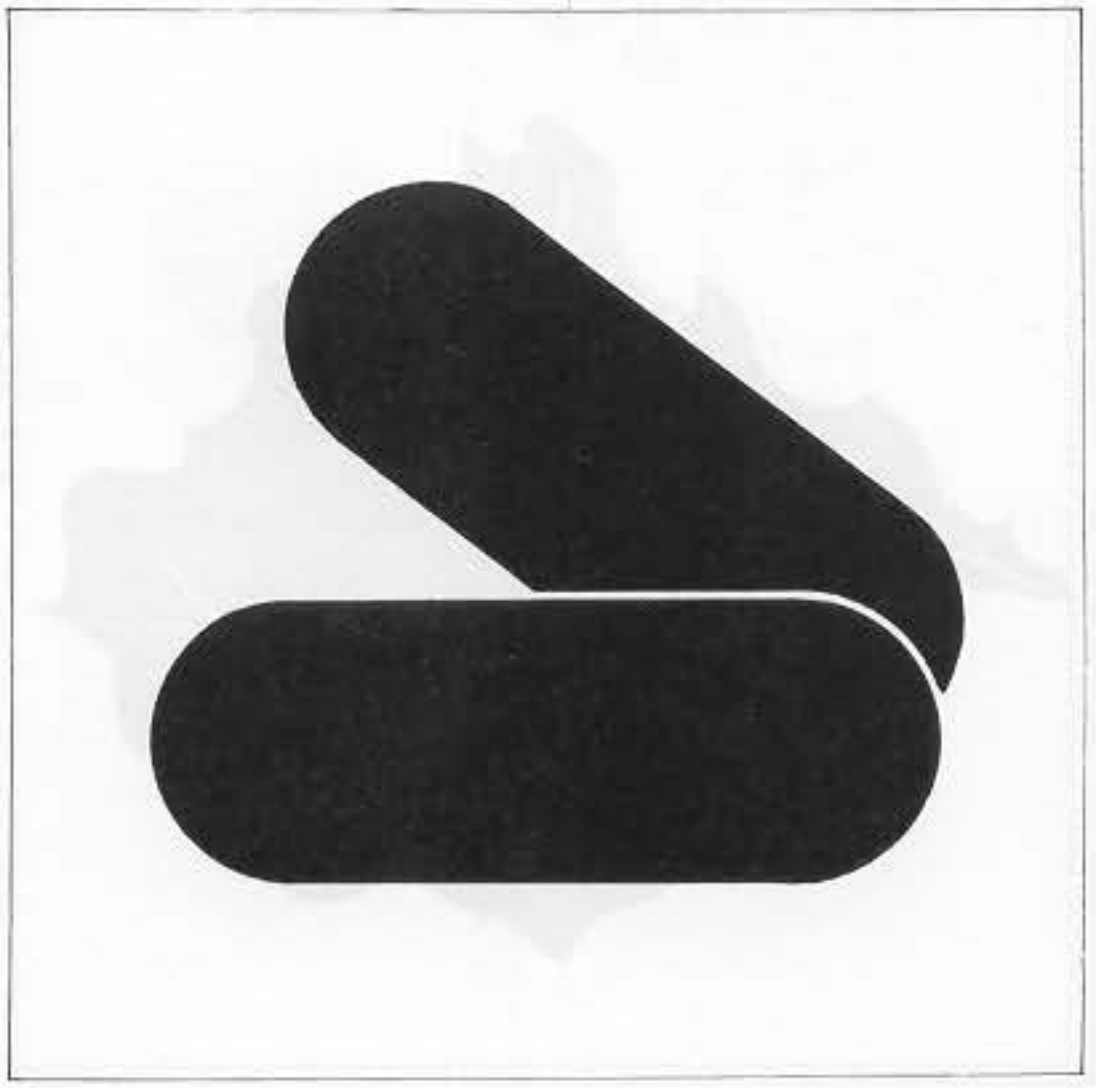
Una forma verbal es una forma figurativa en el sentido de que describe una idea identificable, en vez de algo que existe en un sentido material.

Formas abstractas

Una forma abstracta carece de tema identificable (fig. 38). Puede que la intención del diseñador sea crear una forma que no represente nada. Puede que la forma se haya basado en un tema que ha perdido sus señas de identidad después de una transformación excesiva, o que sea el resultado de la experimentación con materiales que han llevado a resultados inesperados.

Una forma abstracta expresa la sensibilidad del diseñador para con el contorno, color y composición sin basarse en elementos identificables.

37



38

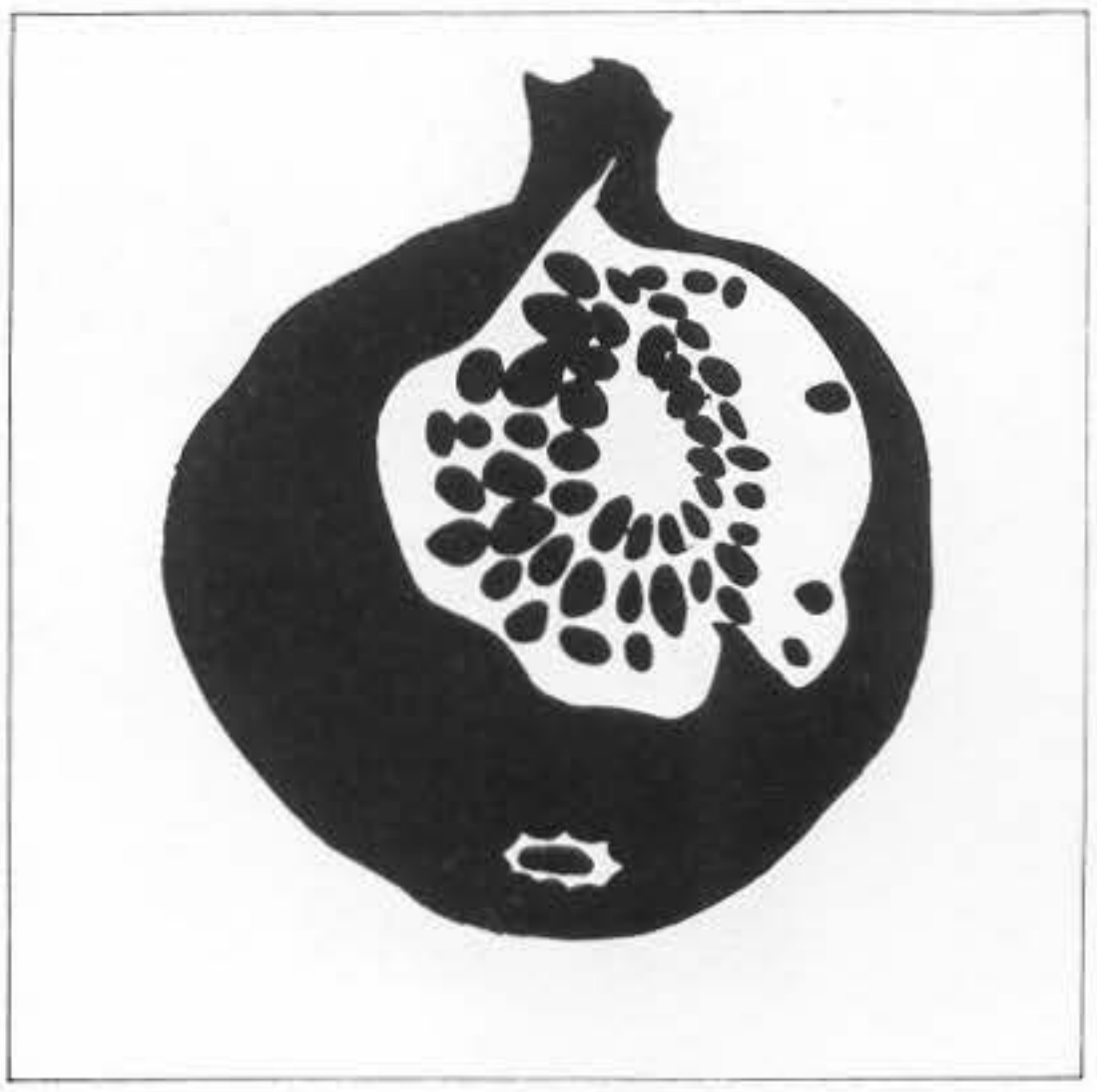
TIPOS DE FIGURAS

La misma forma, sea figurativa o abstracta, puede expresarse con figuras diferentes. Esto no significa que se tenga que ver desde vistas, ángulos o distancias diferentes, o que se tenga que desplazar o transformar; los diferentes *enfoques* posibles en la creación visual producen diferentes resultados.

Un enfoque consiste en dibujar la figura a mano alzada en una especie de manera *caligráfica*. Otro enfoque es el de crear una forma *orgánica* reduciendo la figura a curvas suaves. Un tercer enfoque sería usar sólo líneas rectas, círculos o arcos para establecer una figura *geométrica*.

Figuras caligráficas

El movimiento de la mano, el instrumento de dibujo, el material sobre el que se dibuja y la superficie de dibujo se hacen todos aparentes en la figura caligráfica. El instrumento, por lo general, es la pluma, el lápiz o el pincel, cuyas características particulares se notan en la forma acabada (fig. 39).



39

Figuras orgánicas

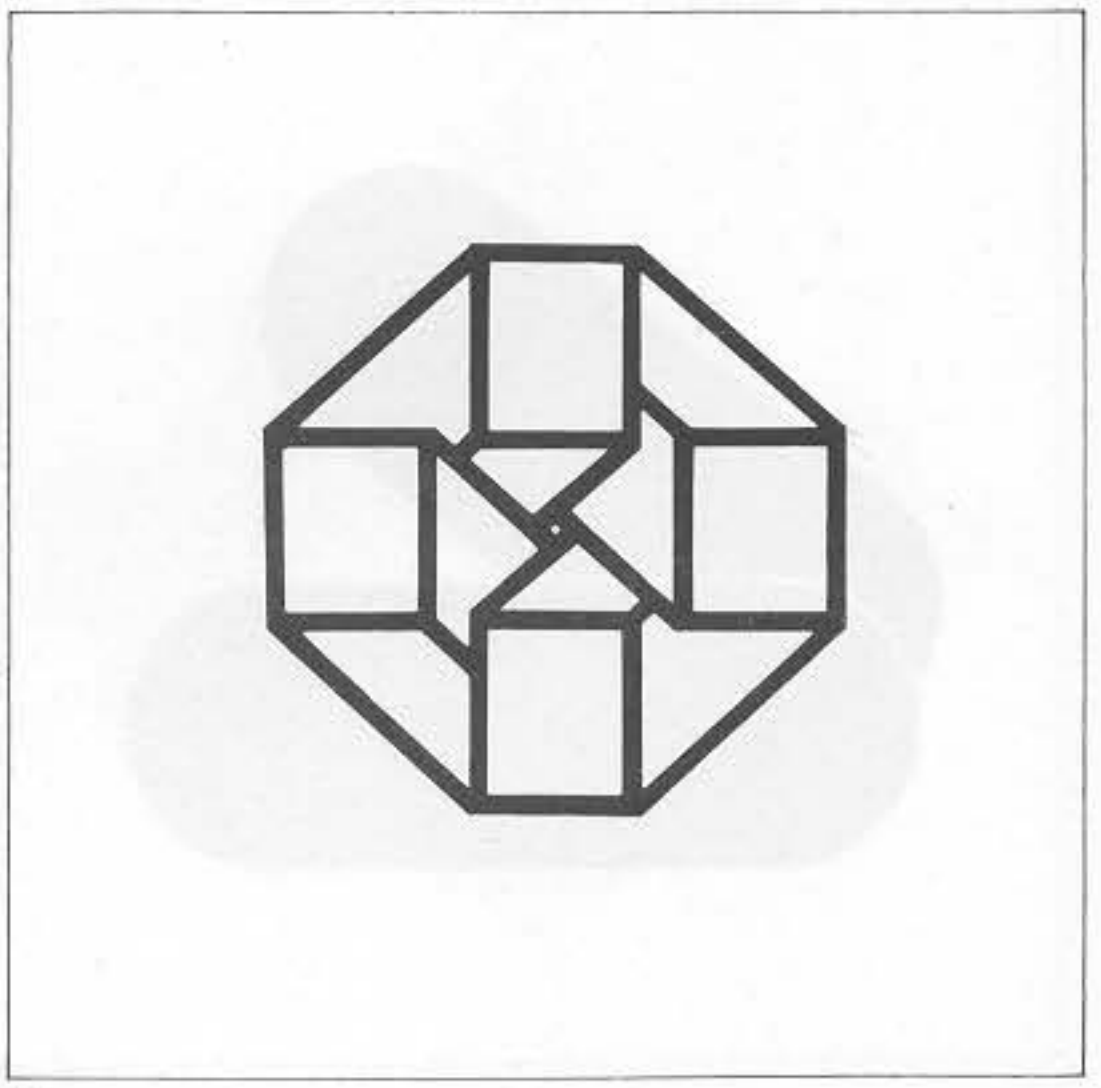
Una figura orgánica exhibe concavidades y convexidades con curvas que fluyen suavemente. También contiene puntos de contacto entre las curvas (fig. 40).

Al visualizar una forma como una figura orgánica, se deben controlar las líneas de la pluma o las pinceladas para minimizar las señales de movimiento de la mano y los efectos identificables de los instrumentos utilizados.

Figuras geométricas

Una figura geométrica se basa en medios de construcción mecánicos. Las líneas rectas se trazan con reglas, y los círculos y los arcos con compases. Deben prevalecer la definición y la precisión. Se debe eliminar en la medida de lo posible todo rastro de movimiento de la mano o de los instrumentos (fig. 41).

40



41

SEGUNDA PARTE
EL DISEÑO DE UNA FORMA

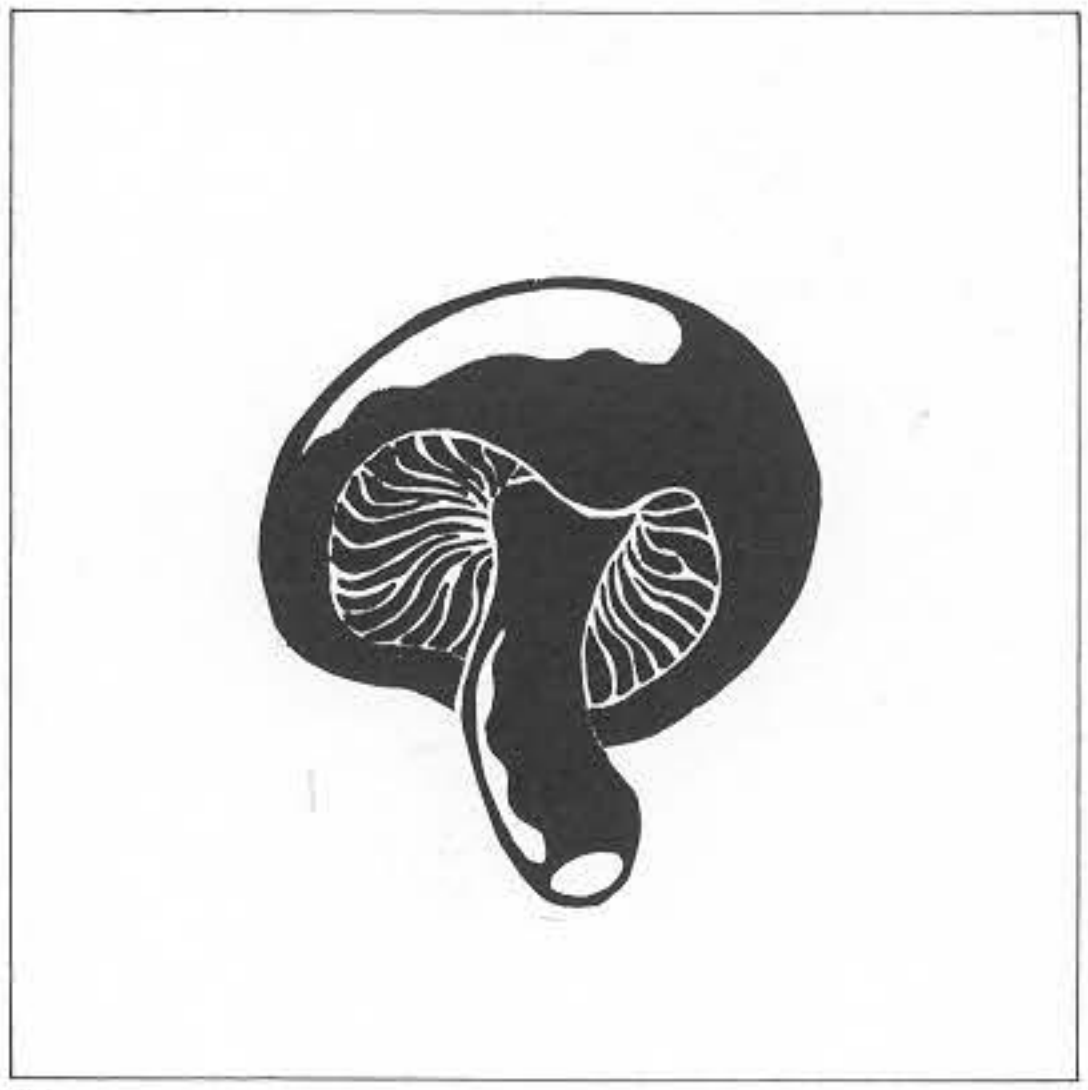
DISEÑO Y FORMA

El diseño es la composición completa, de la que la forma es la parte más evidente. A veces todos los elementos visuales del diseño son considerados como forma, pero es más habitual que se tomen como formas las figuras claramente definidas, que constituyen la composición.

Diseñar una forma puede ser un proceso aparte de diseñar una composición, aunque la una afecta a la otra en gran medida. A menudo es útil ver primero una forma aislada y luego verla como un elemento entre otros. El diseñador debe explorar concienzudamente las numerosas opciones de modelar una forma.

Formas simples

Si una composición consiste en una sola forma, se la denomina una forma *simple*. Una composición con una forma simple no posee un conglomerado de formas más pequeñas claramente diferenciables (fig. 42).



42

Formas múltiples

Cuando en una composición se repite una forma, se denomina forma *múltiple*.

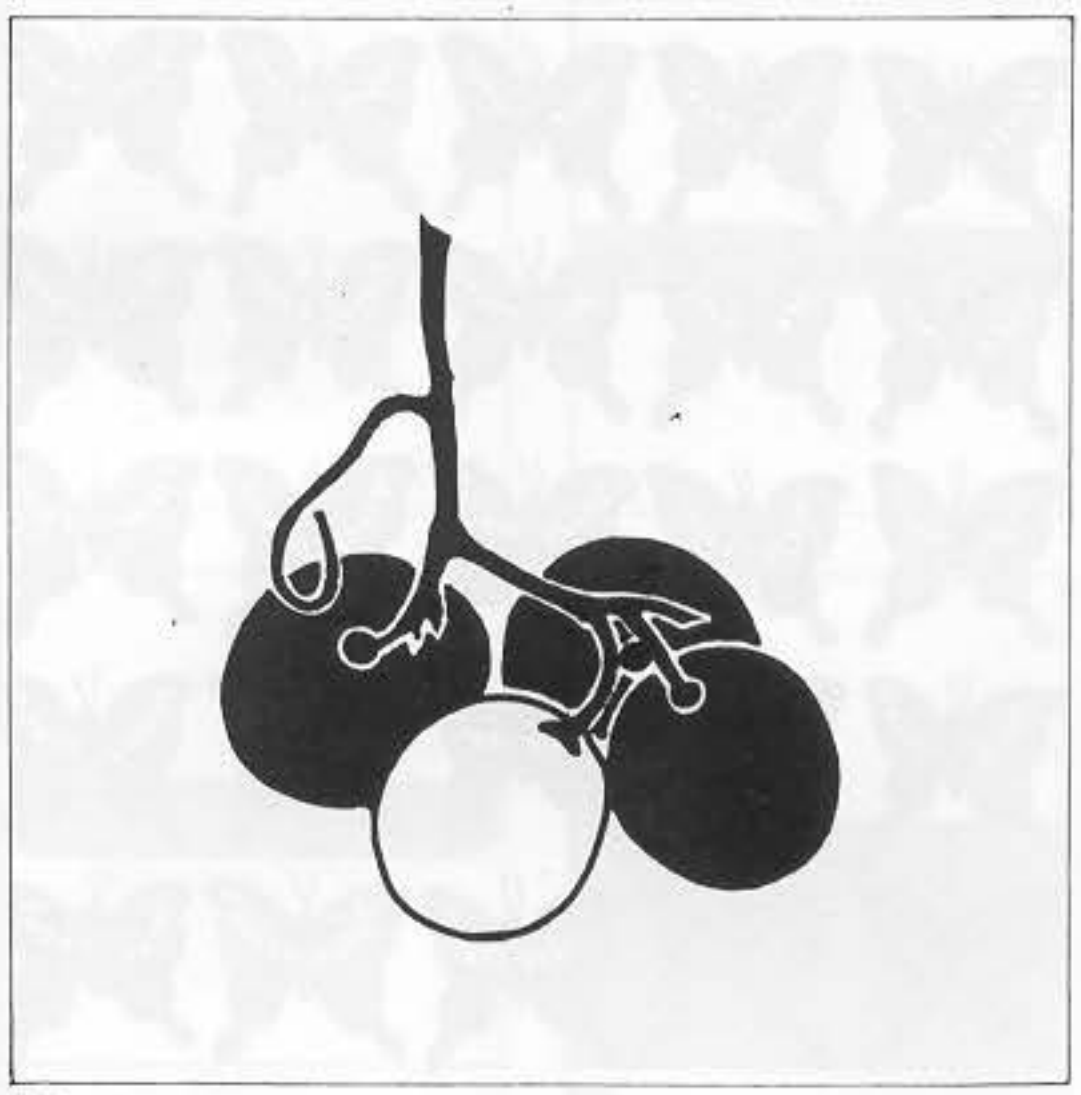
Los *componentes* de una forma múltiple pueden variar ligeramente, pero deben estar estrechamente asociados, superpuestos, entrelazados o unidos para que sean interpretados como una sola imagen dentro de la composición (fig. 43).

Formas compuestas

Se pueden unir formas diferentes para crear una forma *compuesta* (fig. 44).

Una forma múltiple se puede convertir en compuesta al añadirle un elemento de forma diferente.

43



44

Formas unitarias

Una forma que se usa de modo repetido en una composición es una forma *unitaria* (fig. 45).

A diferencia de los componentes de una forma múltiple, las formas unitarias son elementos individuales que no constituyen una forma mayor. Las formas unitarias se usan a menudo en diseños que constituyen una muestra o dibujo.

Formas superunitarias

Dos o más formas unitarias pueden agruparse y repetir el conjunto en un diseño. Cada grupo es considerado una forma *superunitaria* (fig. 46).

Una forma superunitaria se diferencia de una forma múltiple en que los elementos de una forma múltiple se combinan para producir una figura única; una forma superunitaria puede ser un grupo de formas unitarias sueltas.

45

46

CREACIÓN DE FIGURAS GEOMÉTRICAS

Las formas se pueden designar como figuras geométricas u orgánicas. En general, las formas naturales se adaptan más fácilmente a las figuras orgánicas, mientras que las formas artificiales y abstractas se expresan con más facilidad mediante figuras geométricas.

Las figuras geométricas se crean usando líneas rectas y círculos. La naturaleza de la geometría exige una cuidadosa planificación para que las líneas se encuentren con un ángulo determinado, para que un arco se una a otro, para dividir el espacio simétricamente y para establecer estructuras regulares.

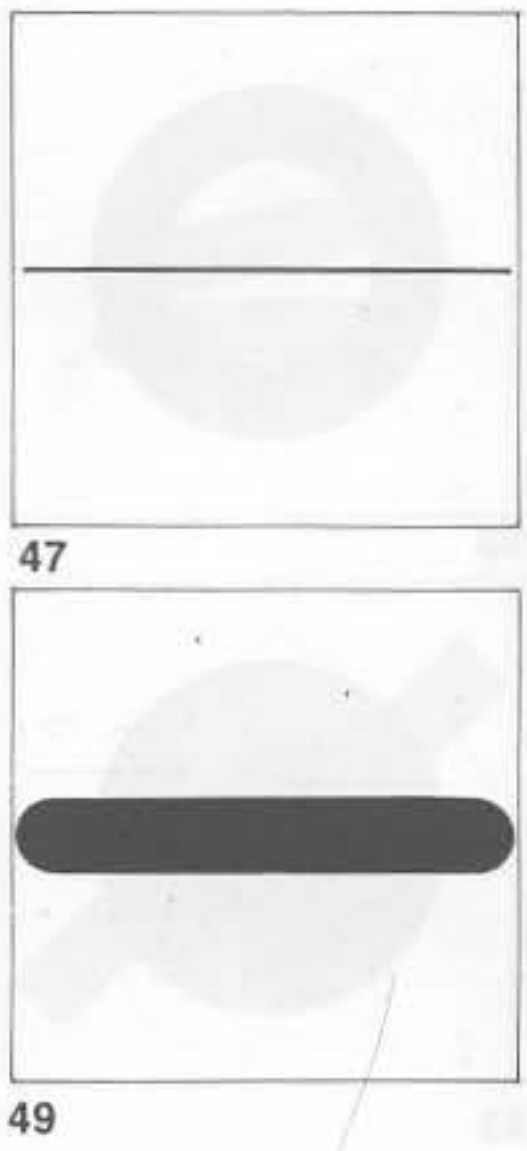
Líneas rectas

Una línea recta es la distancia más corta entre dos puntos.

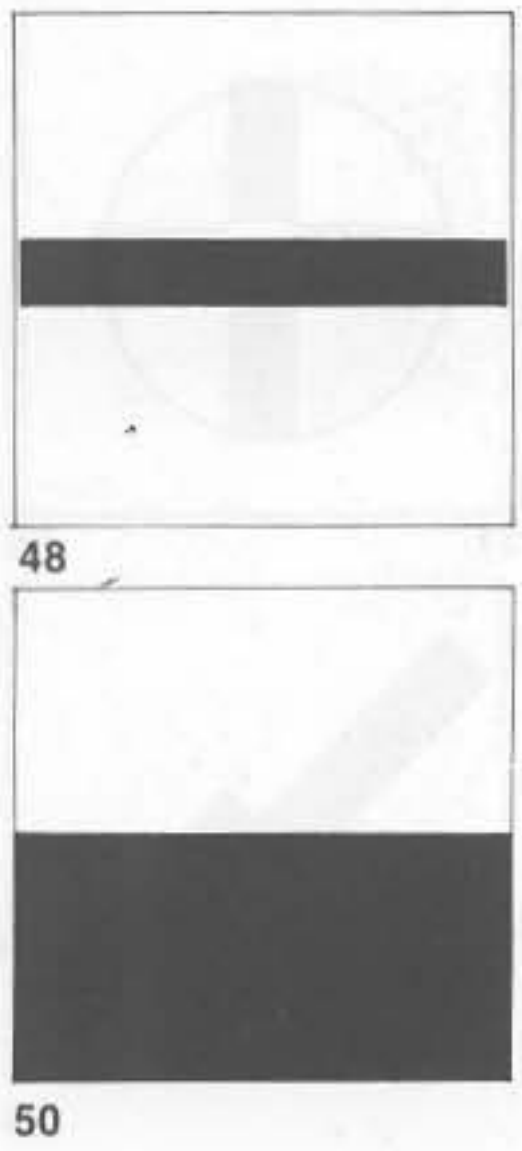
Una línea recta con cierta anchura tiene grosor además de longitud y dirección (fig. 47).

A medida que la línea se hace más fuerte, sus extremos se hacen más visibles, mostrando unas características de contorno propias (figs. 48 y 49).

Usada como el borde de una superficie plana, la línea divide el espacio en positivo y negativo o distingue un superficie plana de otra (fig. 50).



47



48

49

50

Círculos

Un círculo se determina con un centro fijo y un radio. Una vez dibujado el círculo, sólo es visible su circunferencia.

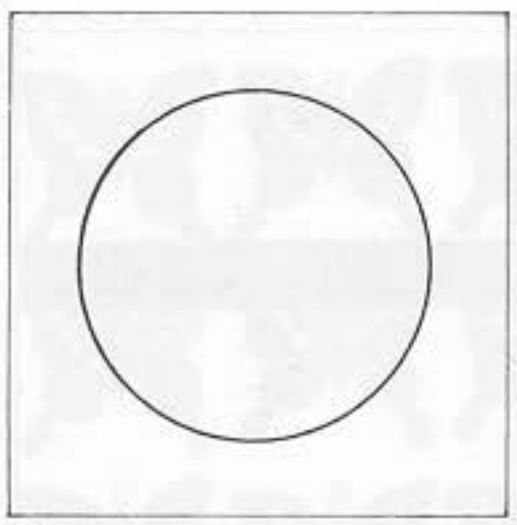
Descrito como un espacio lineal, el círculo es una línea ininterrumpida que encierra un espacio. Esta línea ininterrumpida también puede adquirir anchura (figs. 51 y 52). Separa el espacio que rodea del que la rodea.

Como figura plana, el círculo muestra una superficie máxima dentro de unos límites mínimos sin vértices ni direcciones (fig. 53).

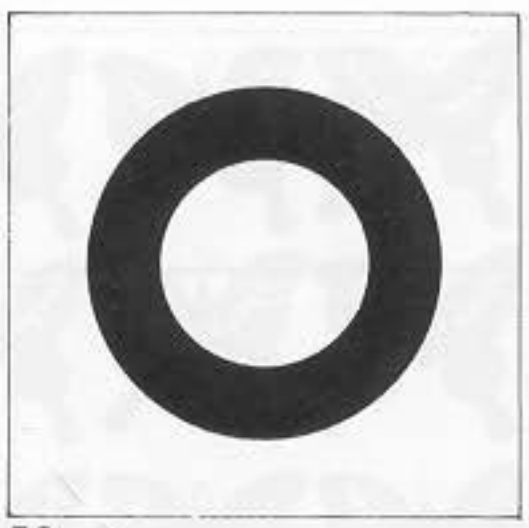
Arcos

Un fragmento de un círculo, una parte de su circunferencia, forma un arco (fig. 54).

Un arco aislado se visualiza como una figura lineal de ancho definido, a cuyos extremos se les puede dar forma (figs. 55-57).

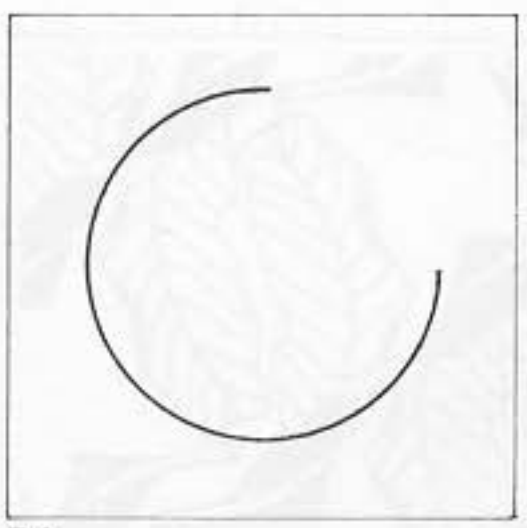


51



52

53



54

56

55

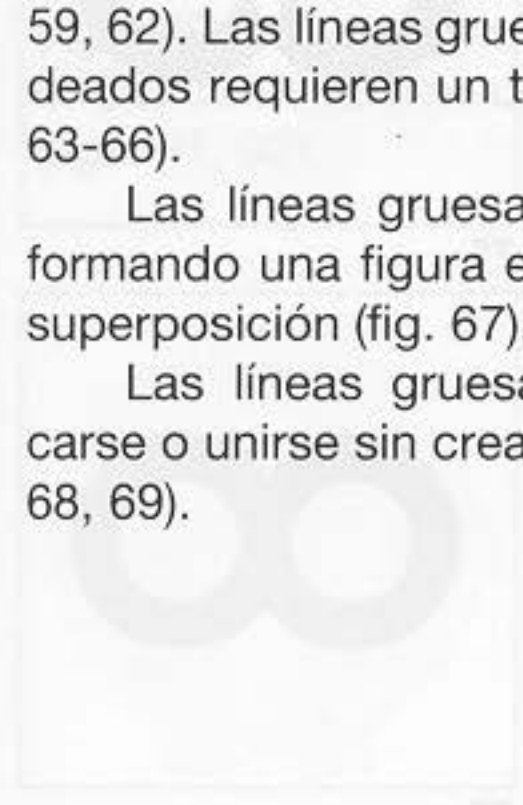
57

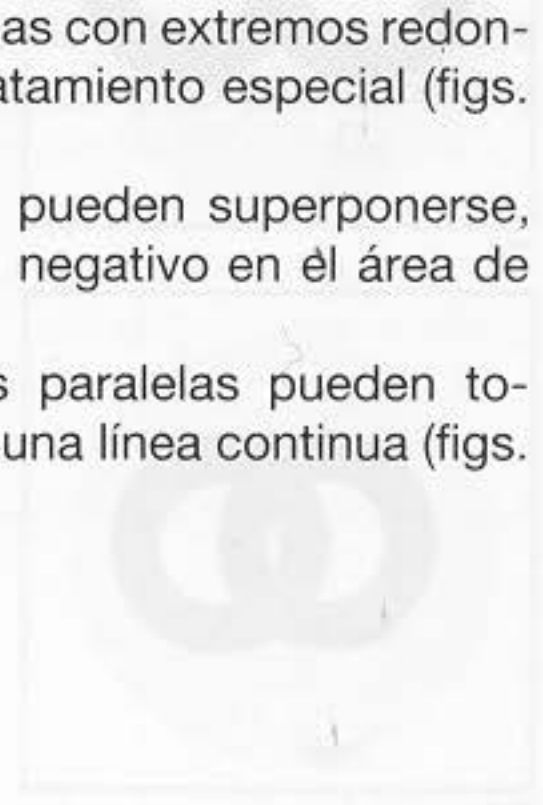
Líneas rectas interrelacionadas

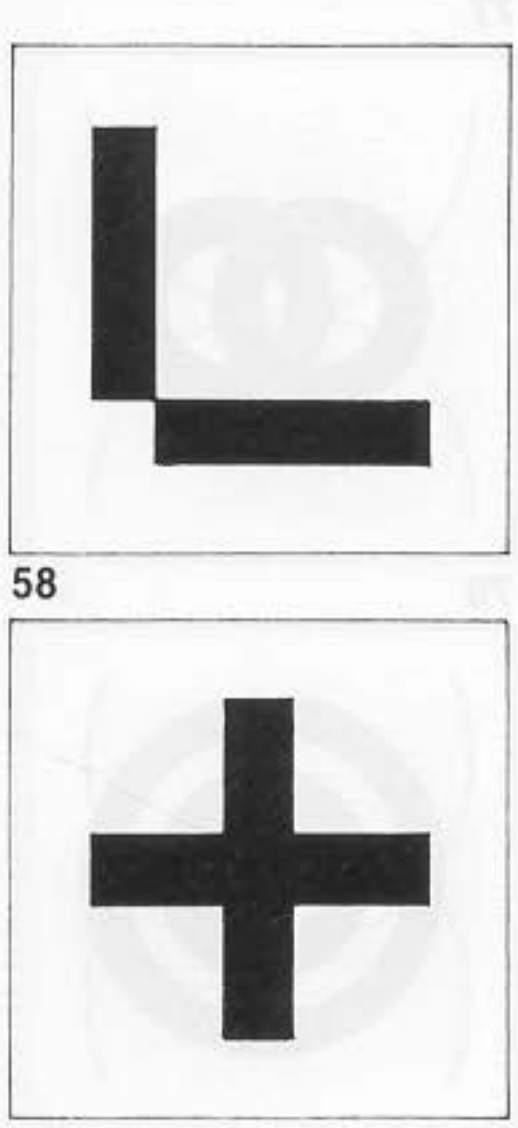
Dos líneas rectas se pueden juntar de numerosas formas cambiando sus posiciones y direcciones. Dos líneas se pueden tocar, juntar o superponer (figs. 58-61). Las líneas se pueden unir extremo con extremo o extremo con borde (figs. 59, 62). Las líneas gruesas con extremos redondeados requieren un tratamiento especial (figs. 63-66).

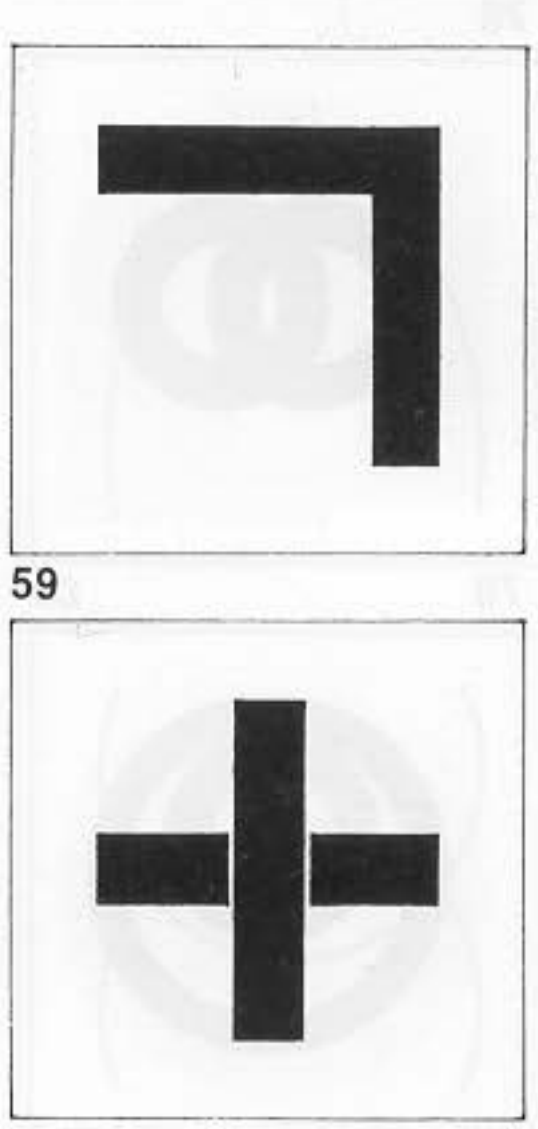
Las líneas gruesas pueden superponerse, formando una figura en negativo en el área de superposición (fig. 67).

Las líneas gruesas paralelas pueden tocarse o unirse sin crear una línea continua (figs. 68, 69).


58

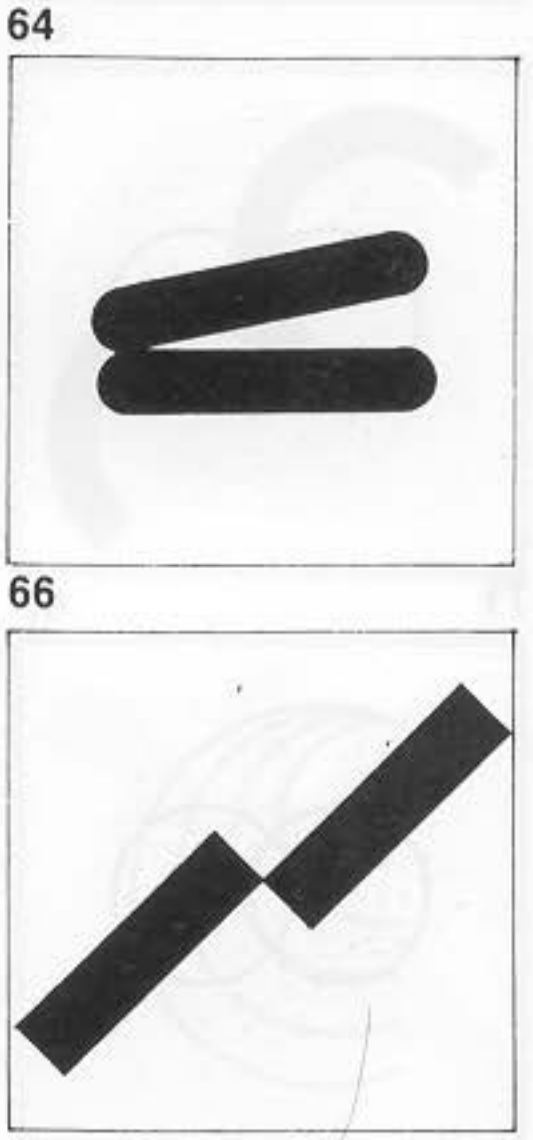

59

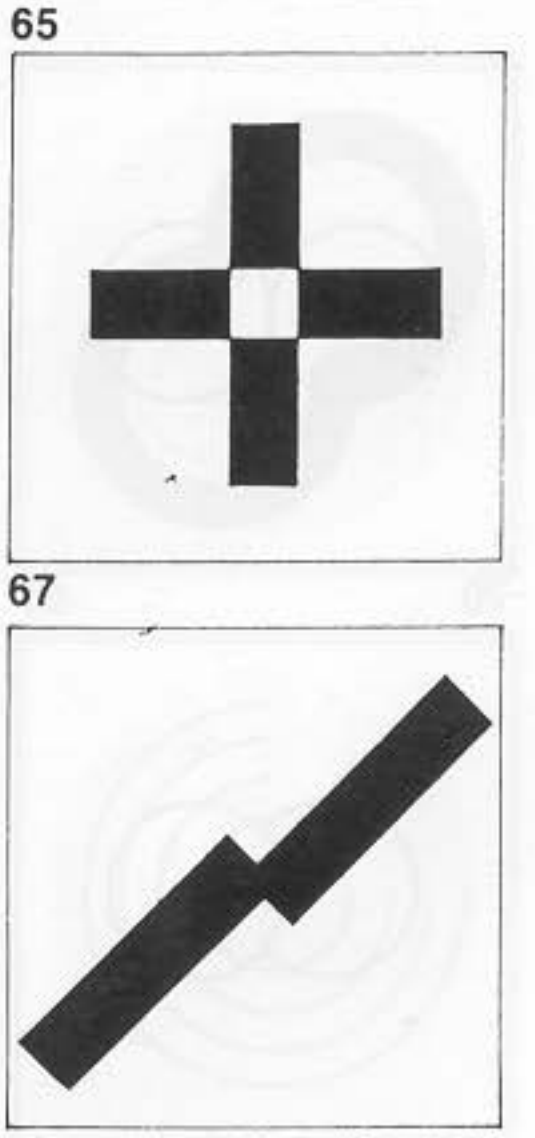

60


61

62

63


64


65

66

67

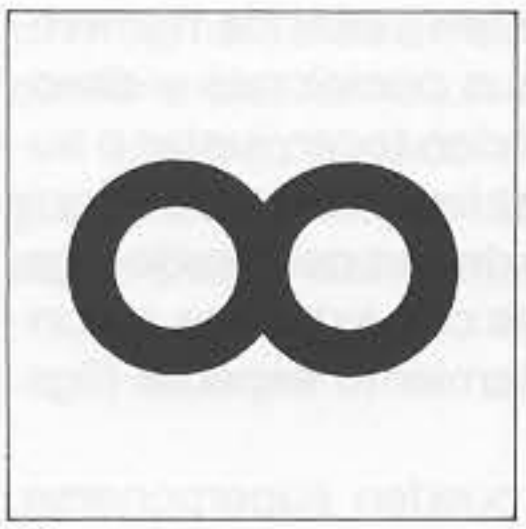
68

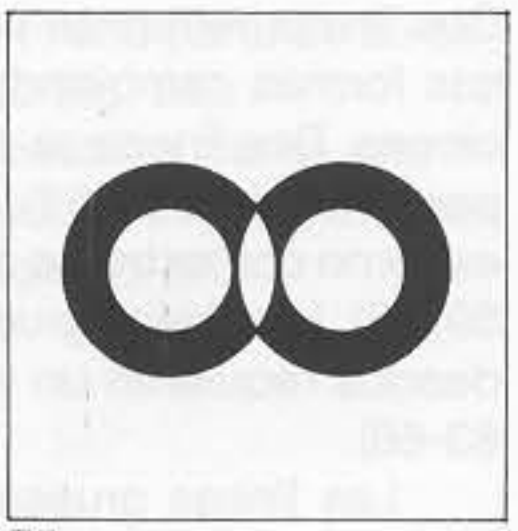
69

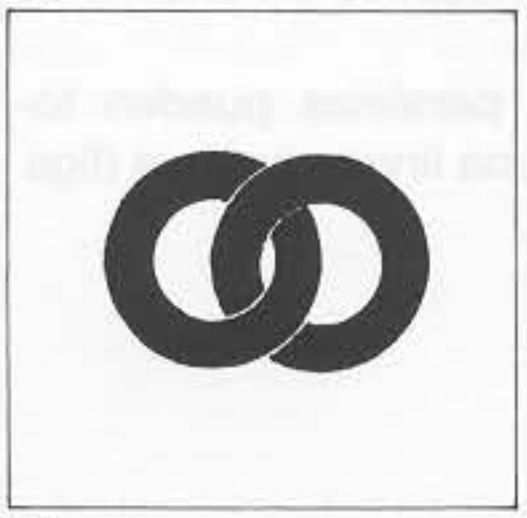
Círculos interrelacionados

Los círculos se pueden tocar, unir, solapar o entrelazar (figs. 70-73). Las circunferencias de trazo grueso pueden prestarse a más variaciones (figs. 74-79).

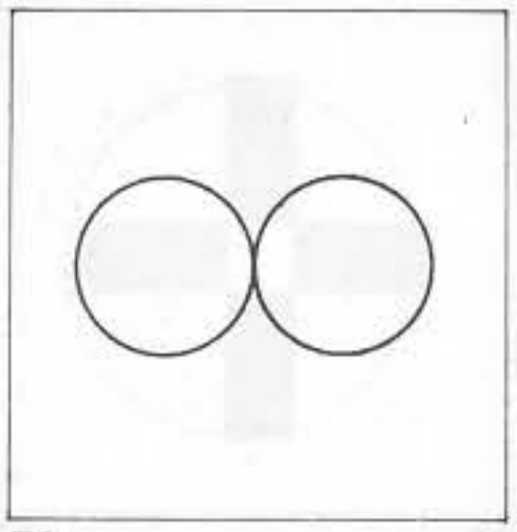
Los círculos de diferentes tamaños pueden superponerse, pero siempre los mayores contienen a los más pequeños (figs. 80, 81).

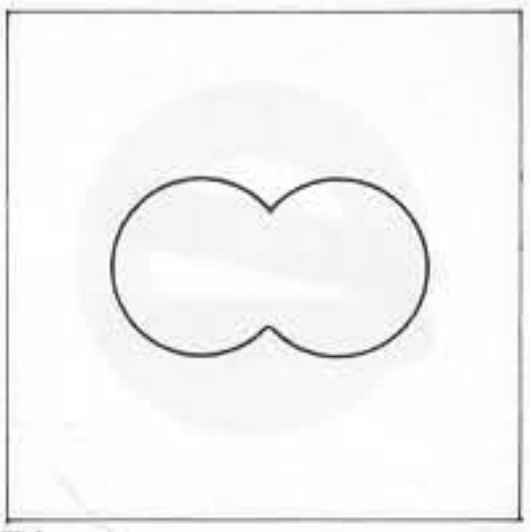

74

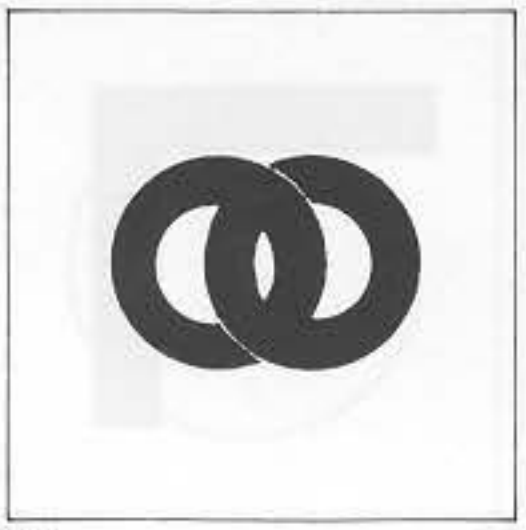

75

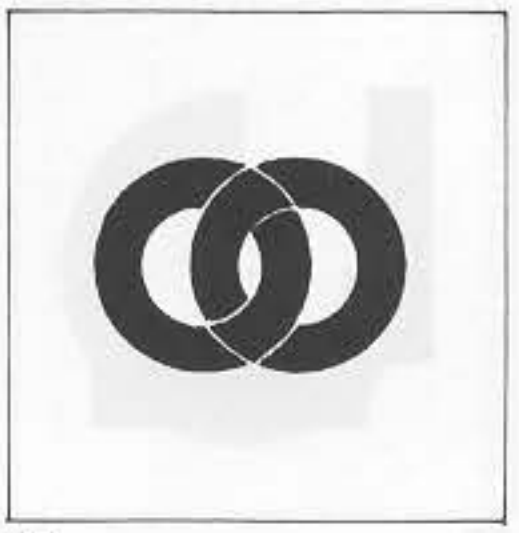

76

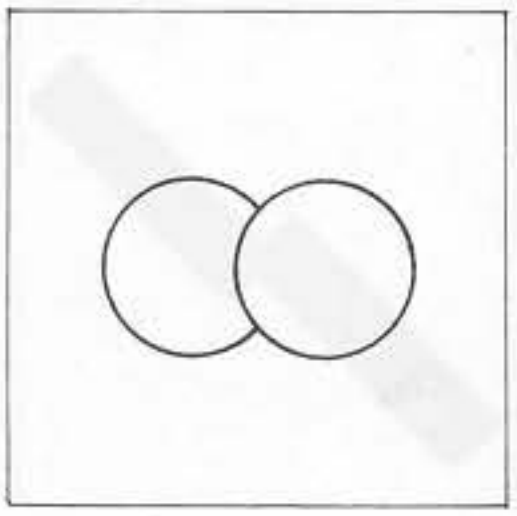
77

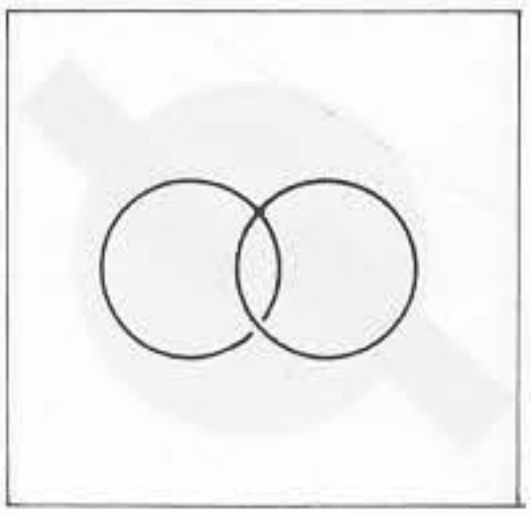

70


71


78


79


72

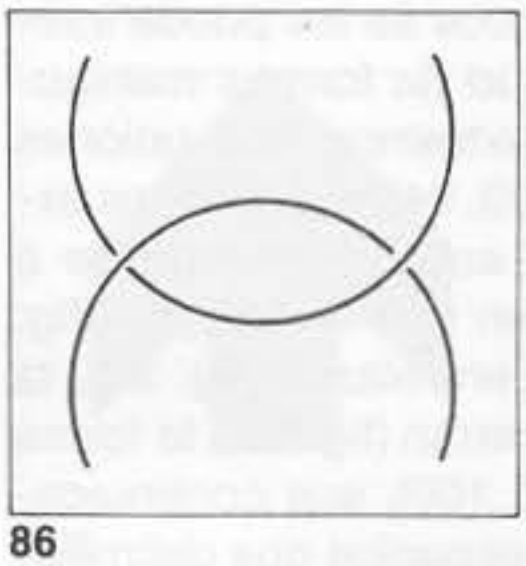

73

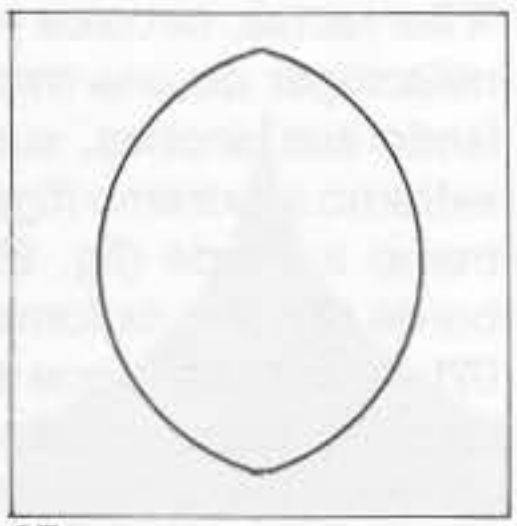
80

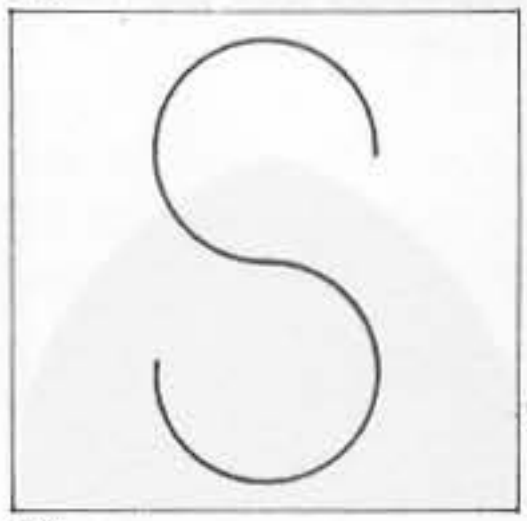
81

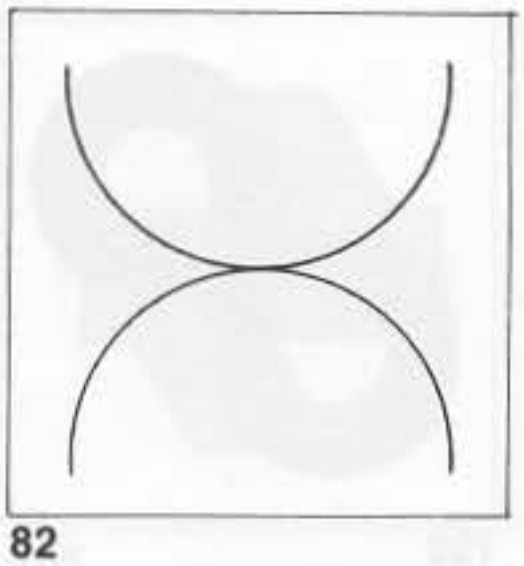
Arcos interrelacionados

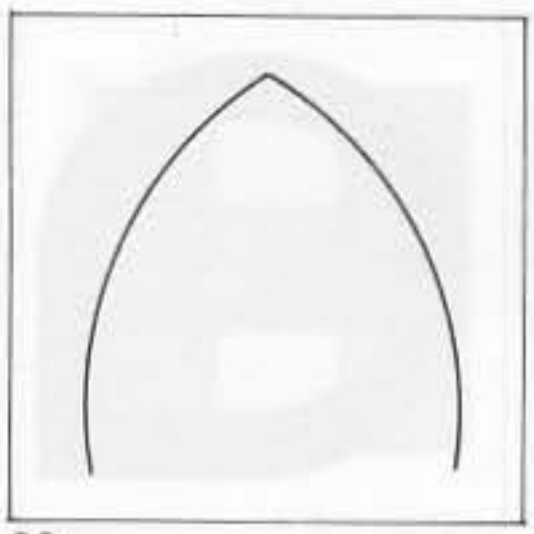
Dos arcos se pueden tocar, solapar, cruzar o entrelazar (figs. 82-86). Los arcos que se unen pueden producir un espacio cerrado o una curva ondulante (figs. 87, 88). El extremo de los arcos puede variar para conseguir diferentes efectos (figs. 89, 90). Los arcos de diferentes tamaños se pueden disponer uniendo o no sus extremos (figs. 91, 92).

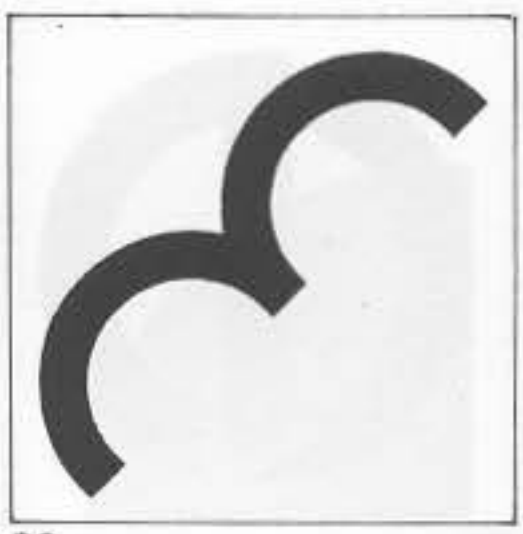

86


87

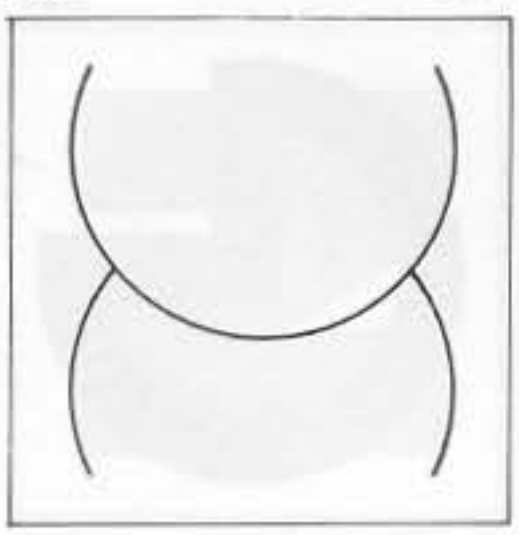

88

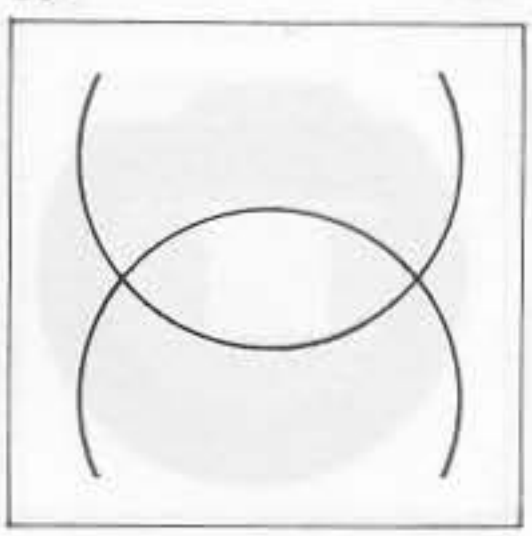

82

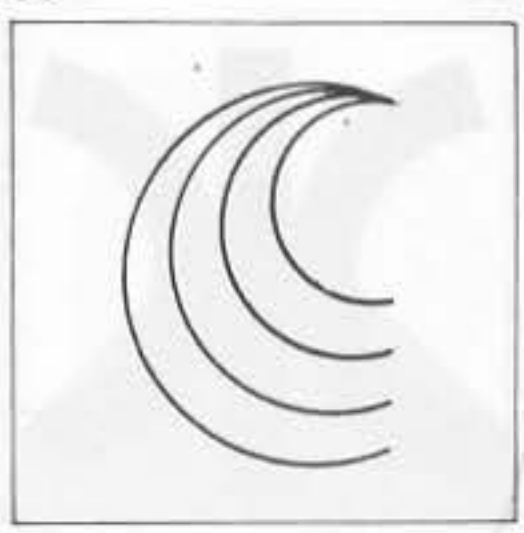

83

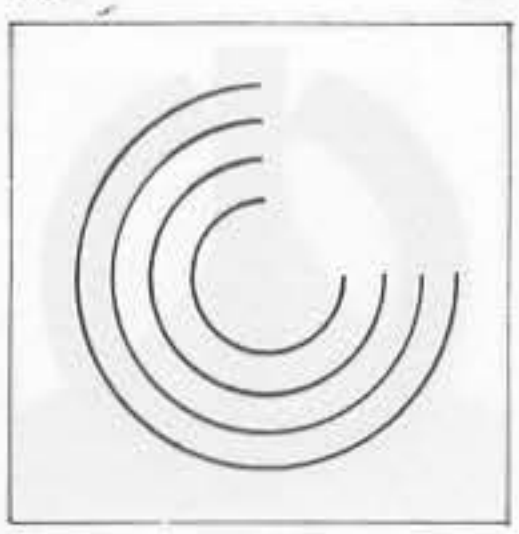

89

90


84

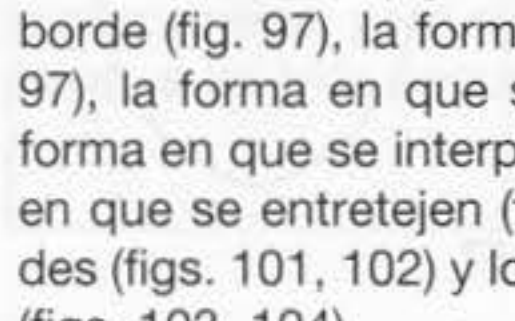

85

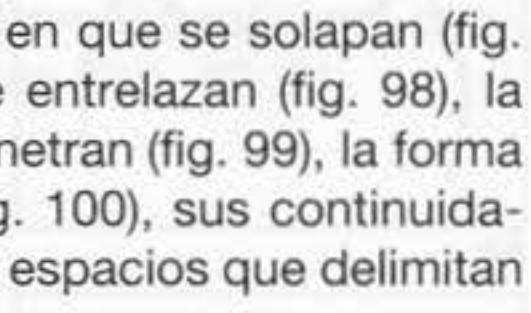

91

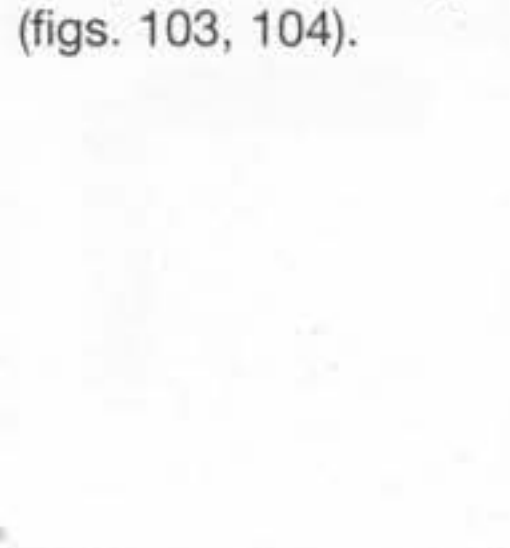

92

Rectas, círculos y arcos interrelacionados

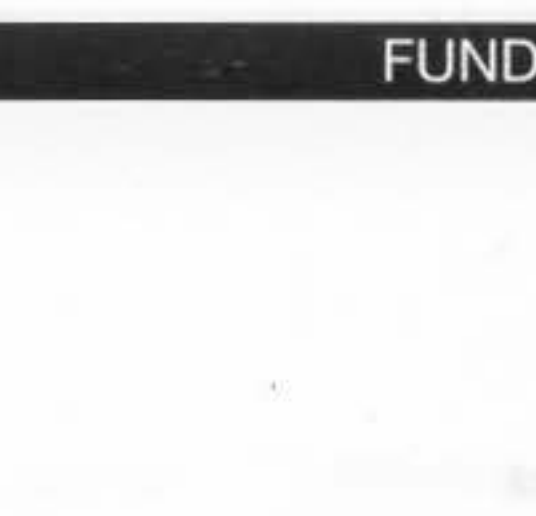
A las rectas, círculos y arcos se les puede interrelacionar de una multitud de formas manipulando sus anchos, sus extremos, sus uniones extremo a extremo (figs. 93, 94), sus uniones extremo a borde (fig. 95), sus uniones borde a borde (fig. 97), la forma en que se solapan (fig. 97), la forma en que se entrelazan (fig. 98), la forma en que se interpenetran (fig. 99), la forma en que se entretejen (fig. 100), sus continuidades (figs. 101, 102) y los espacios que delimitan (figs. 103, 104).


93


94


95

96


97

98

99

100

101

102

103

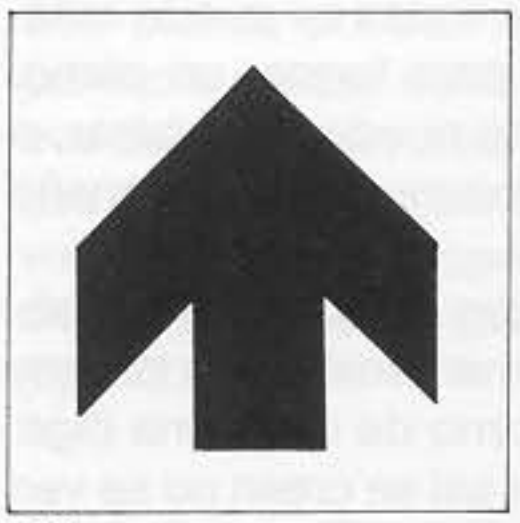
104

Ángulos y vértices

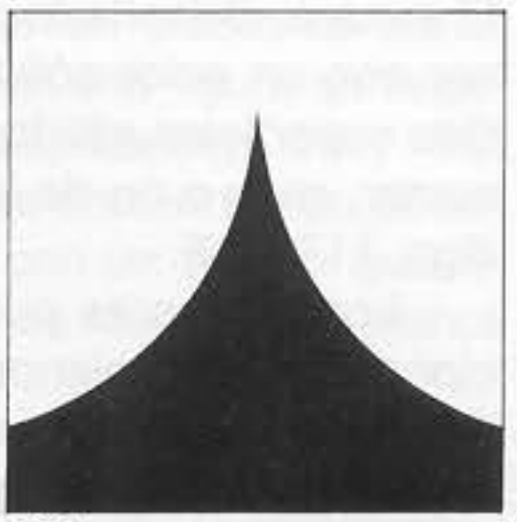
Cuando dos líneas se encuentran forman un *ángulo*. Los ángulos se miden en grados. Los ángulos de 30, 45, 60 90 y 120 grados se consideran ángulos regulares. Las figuras de la 105 a la 109 muestran figuras construidas con rectas y ángulos regulares.

Los extremos de dos arcos, o de un arco y una recta, también se pueden unir en forma de vértice. Al igual que los ángulos pueden ser agudos u obtusos, el lugar en que las líneas se encuentran para formar un ángulo (el vértice) puede ser puntiagudo o romo (figs. 110-114).

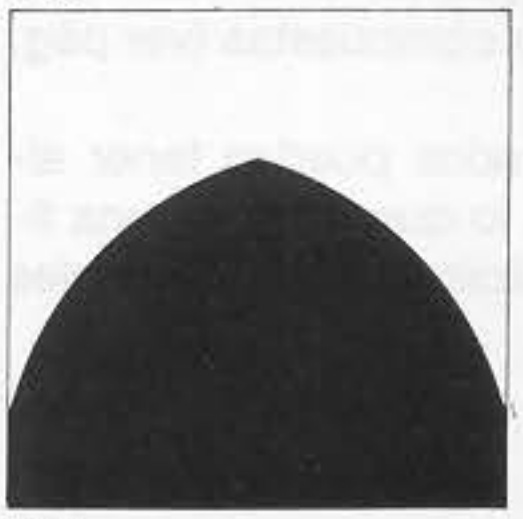
Los ángulos y vértices de una figura se pueden redondear usando pequeños arcos (figs. 115, 116).



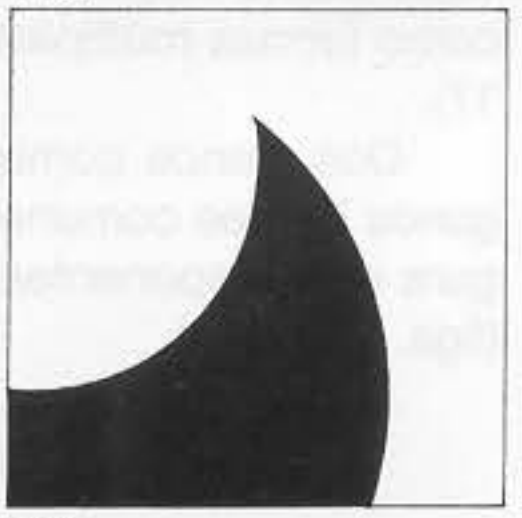
109



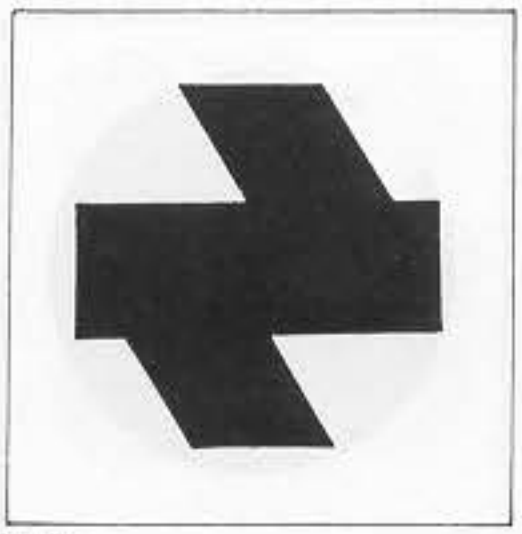
110



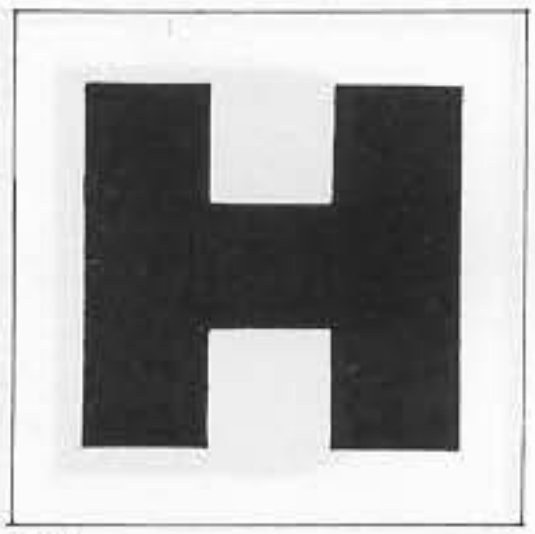
111



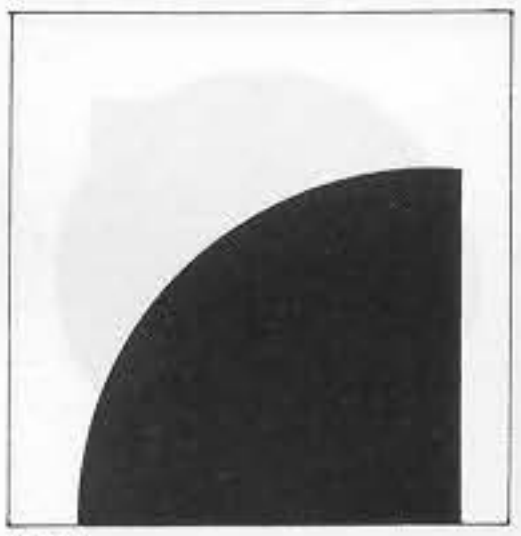
112



105



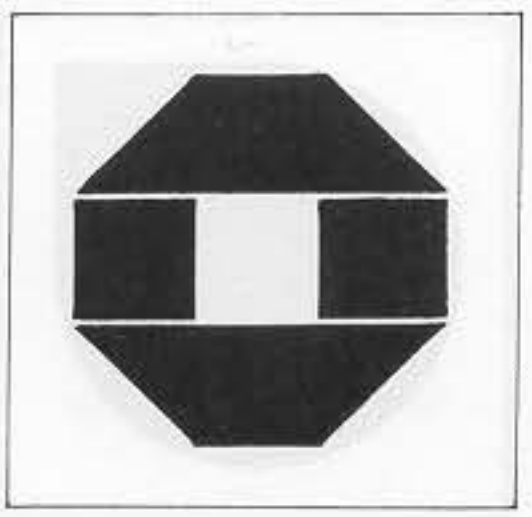
106



113

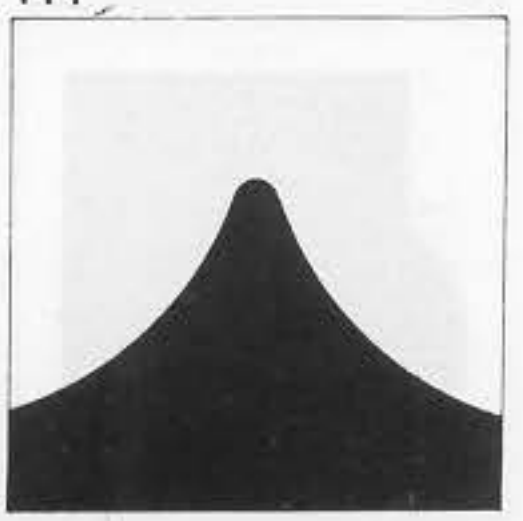
114

107



108

115



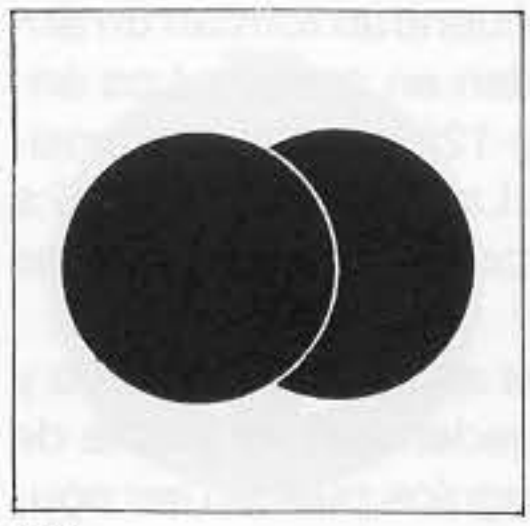
116

Adición de planos

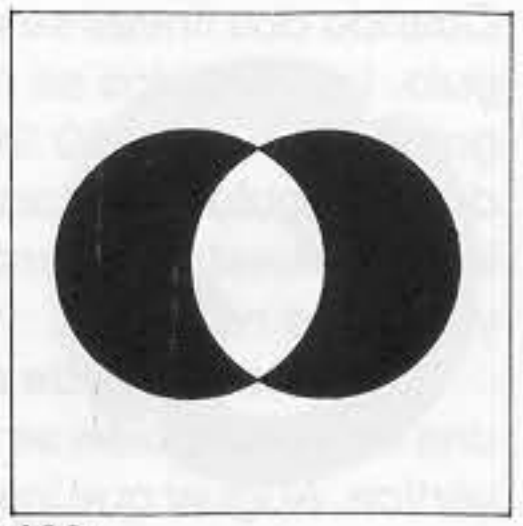
El espacio delimitado por líneas se puede rellenar con un color sólido para formar un plano. Dos superficies sólidas se pueden combinar, o sumar, sean o no de la misma forma o tamaño (figs. 117-120).

Los planos se pueden solapar o intersecccionar con otros planos, manteniéndose la identidad separada del contorno de cada una (figs. 121-124). Las figuras que así se crean no se ven tanto como formas singulares sino más bien como formas múltiples o compuestas (ver pág. 17).

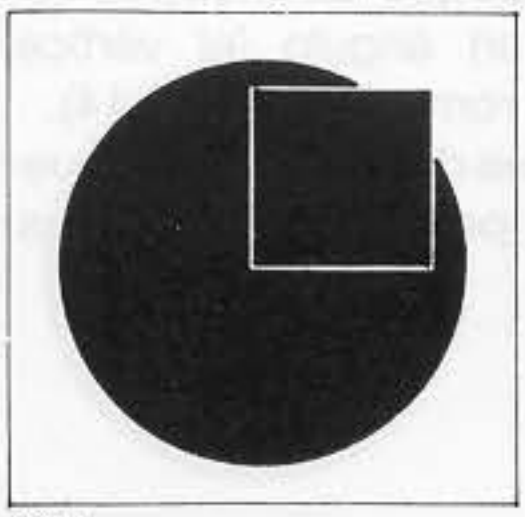
Dos planos combinados pueden tener algunos bordes comunes, lo que produce una figura sin componentes fácilmente identificables (figs. 125, 126).



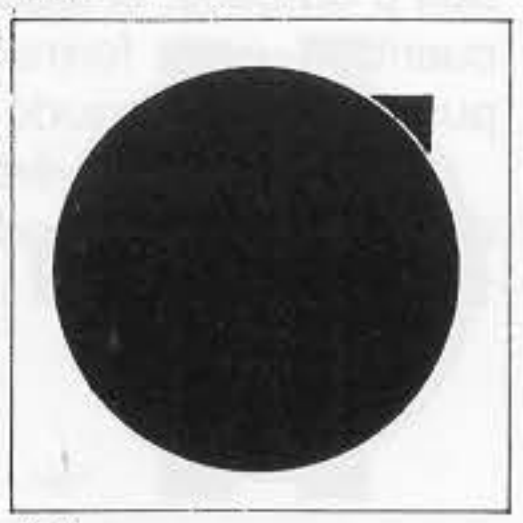
121



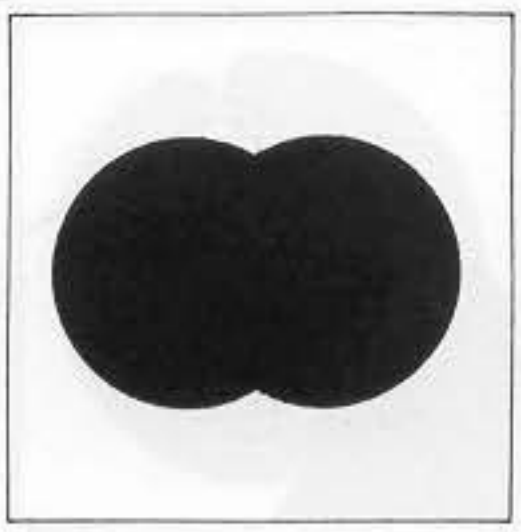
122



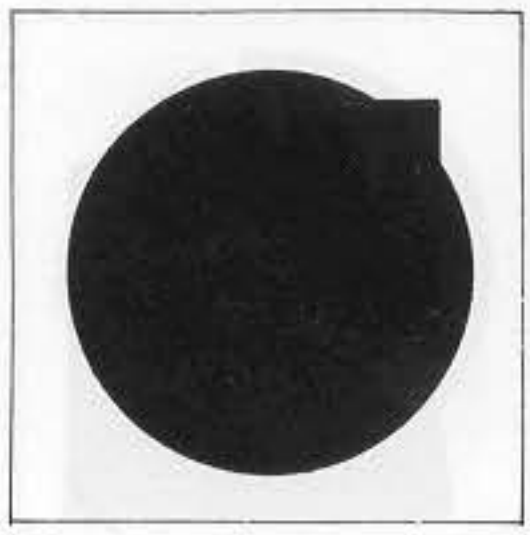
123



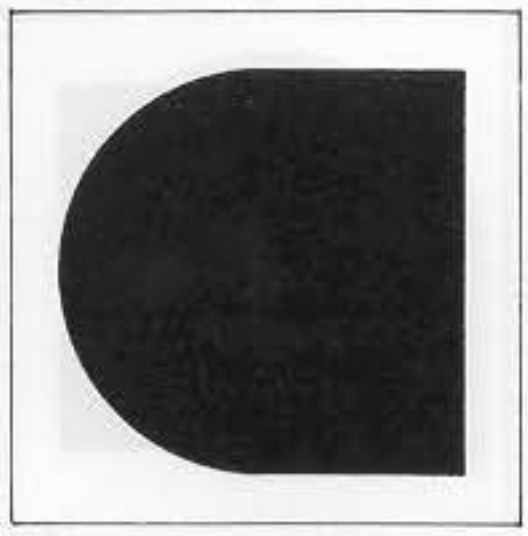
124



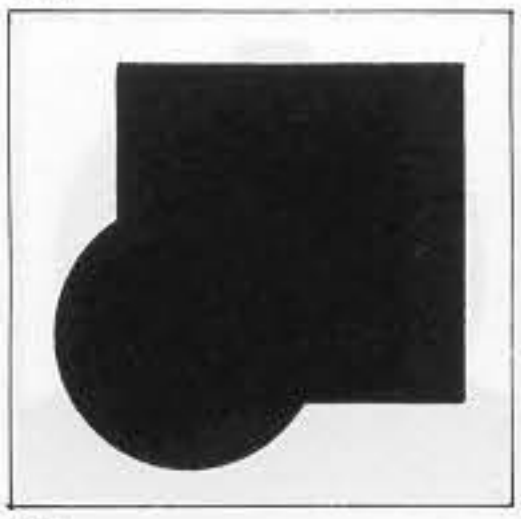
117



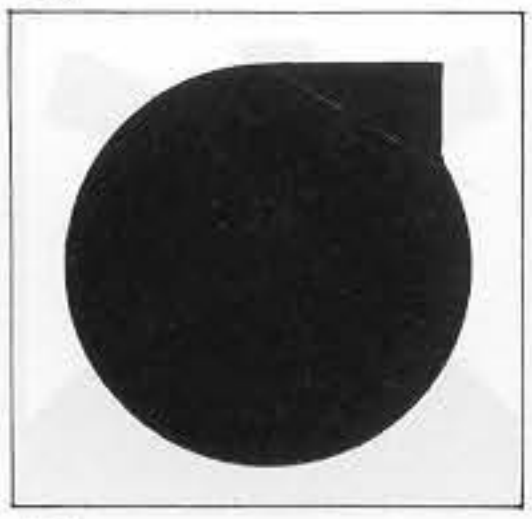
118



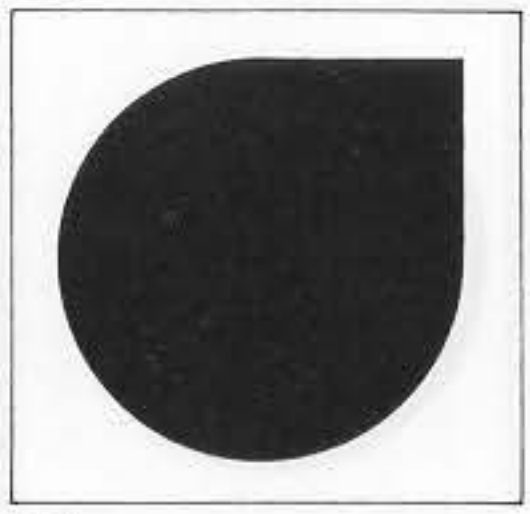
125



119



120



126

Substracción de planos

Cuando un plano negativo se solapa con otro positivo, el espacio del primero parece como si se hubiera substraído del plano positivo. En la figura resultante aparece una porción que falta allí donde el plano en negativo se confunde con el fondo (figs. 127, 128). A veces la substracción produce partes separadas (fig. 129).

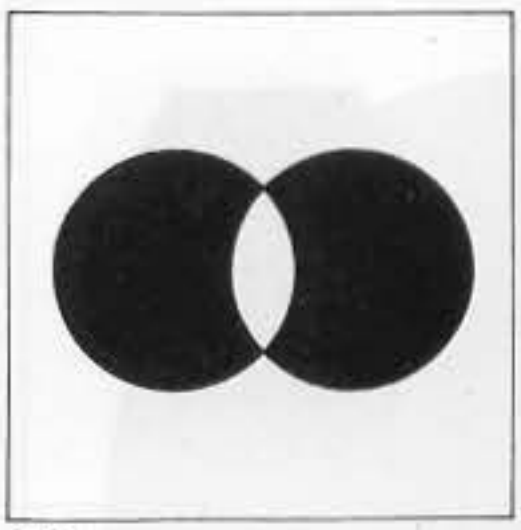
Un plano negativo más pequeño puede quedar envuelto por completo por un plano positivo mayor (fig. 130).

La interpenetración de planos

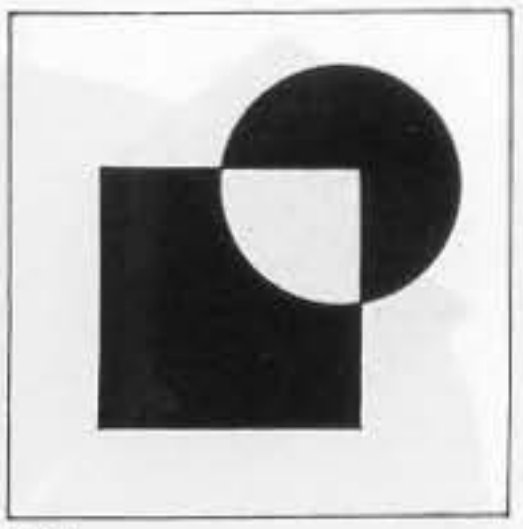
Dos planos pueden crear un efecto de transparencia a base de formar una figura en negativo dentro de un área solapada (figs. 131, 132). Los planos en negativo se convierten en positivos cuando se solapan con un diseño que incluye la interpenetración de más de dos planos (fig. 133).

127

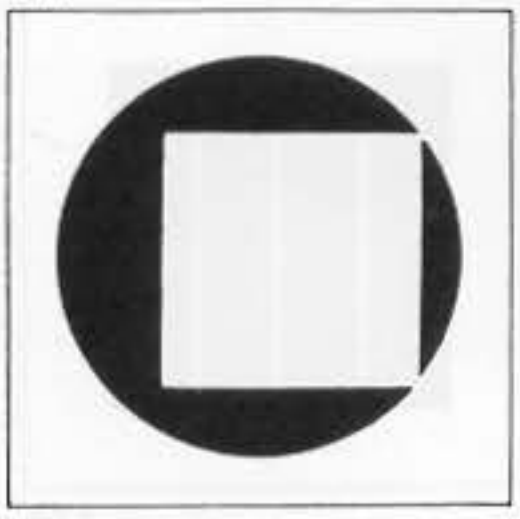
128



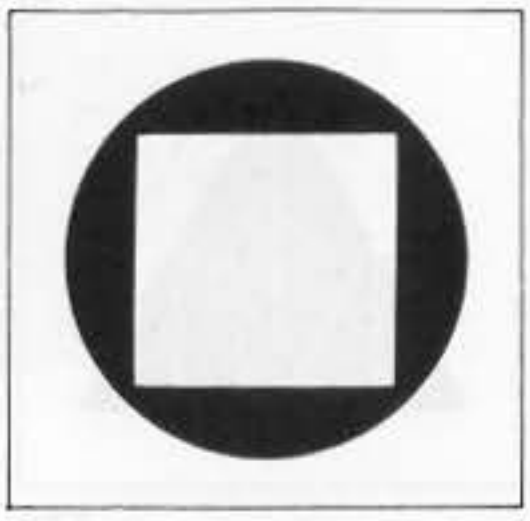
131



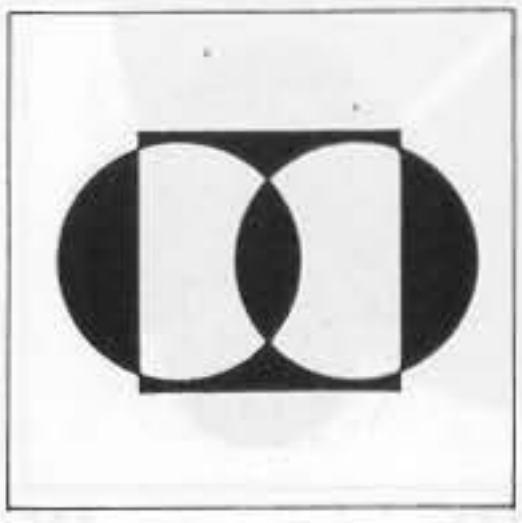
132



129



130

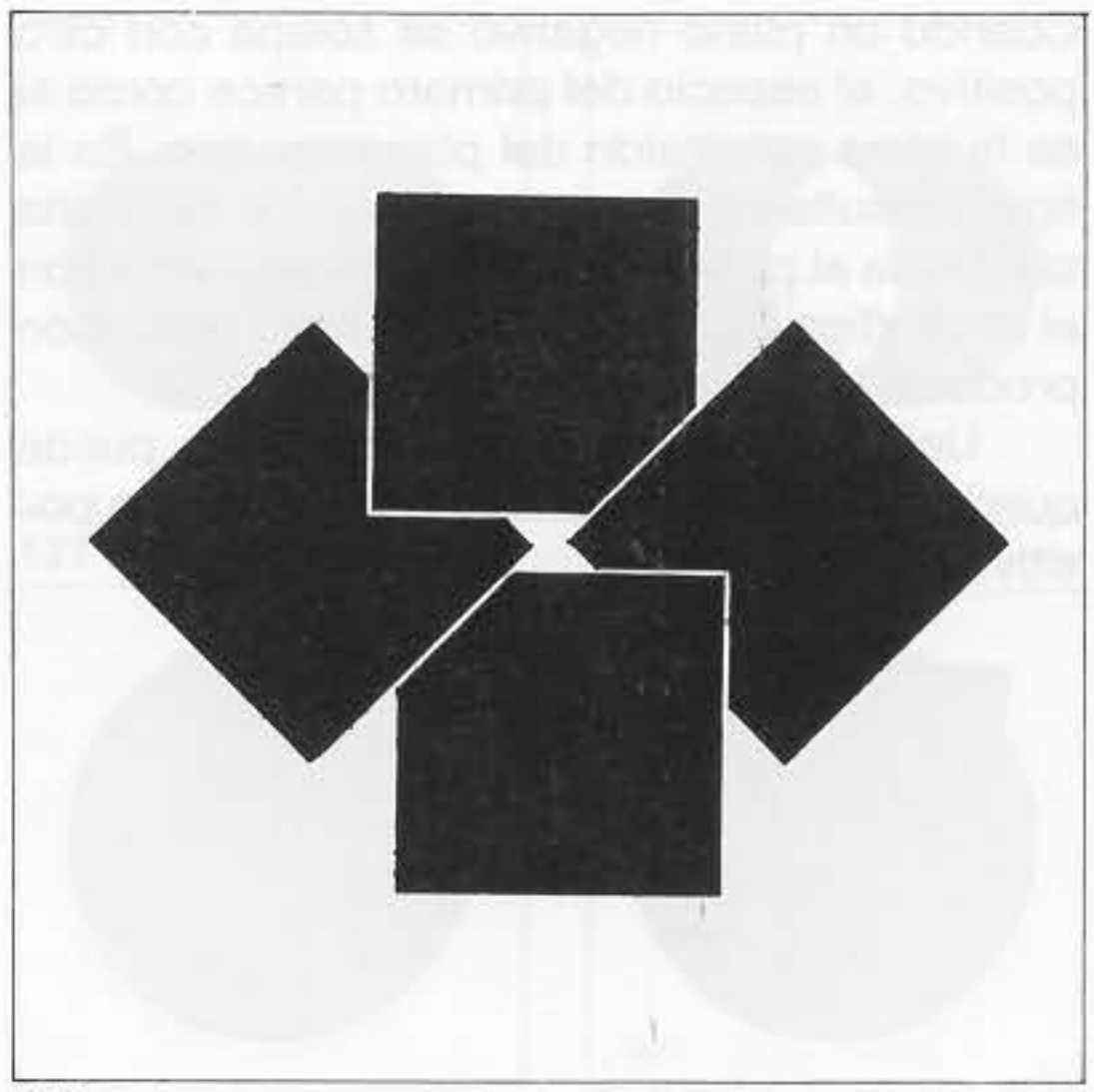


133

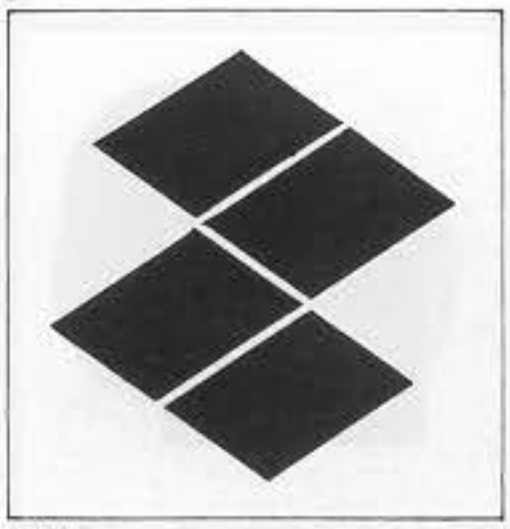
Multiplicación de planos

El mismo plano se puede *multiplicar*, es decir, usar repetidas veces sin cambiar su contorno o tamaño. Cada plano es visto entonces como un componente de una forma múltiple.

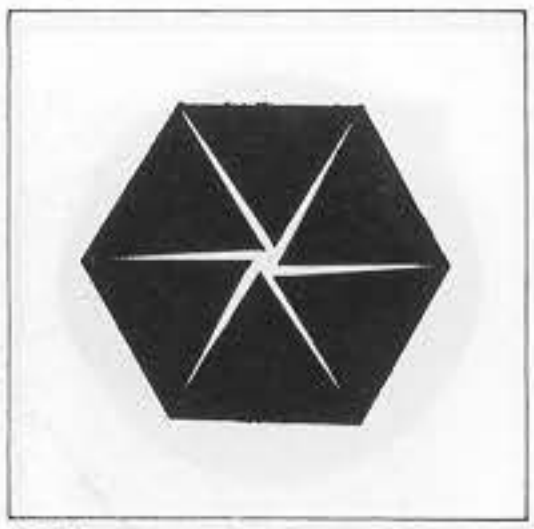
Un plano que se multiplica puede producir planos separados (fig. 134), planos que se tocan (fig. 135), planos que se unen (fig. 136), planos que se solapan (figs. 137, 138), planos que se interpenetran (fig. 139), planos que combinan contornos en positivo y en negativo (fig. 140).



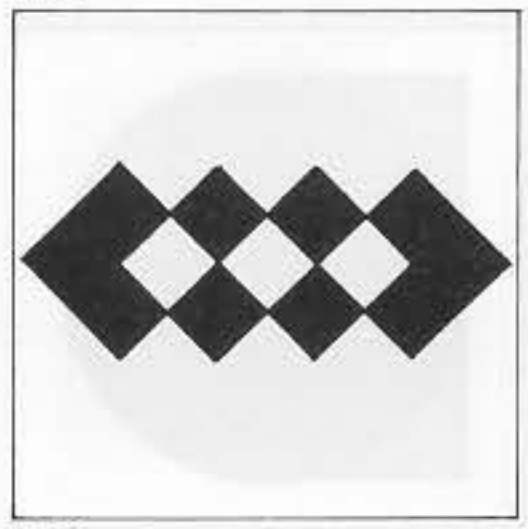
138



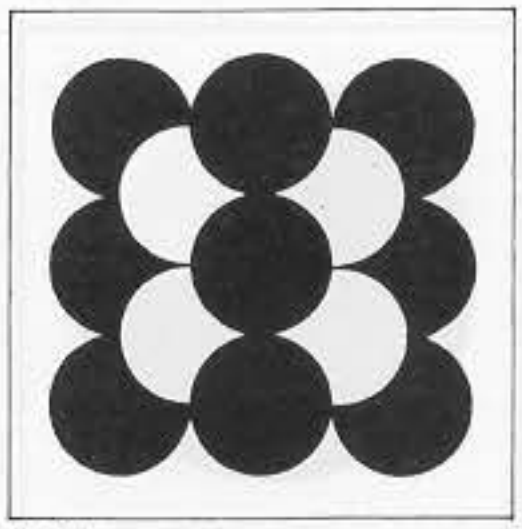
134



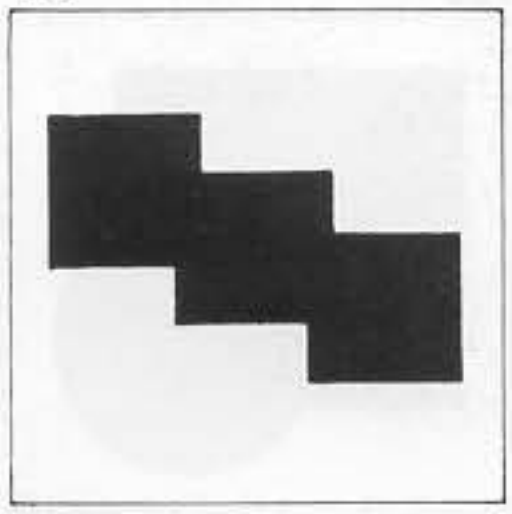
135



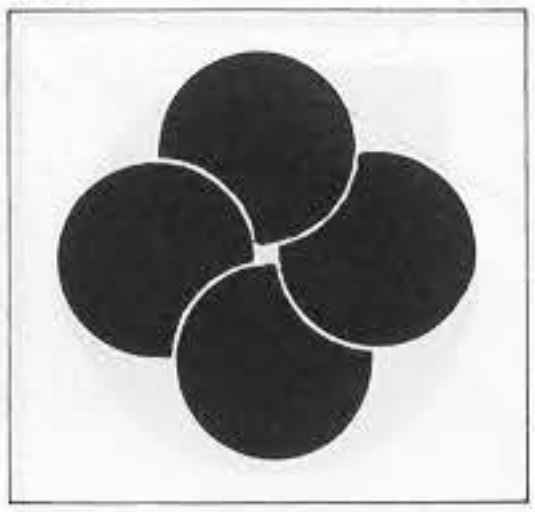
139



140



136

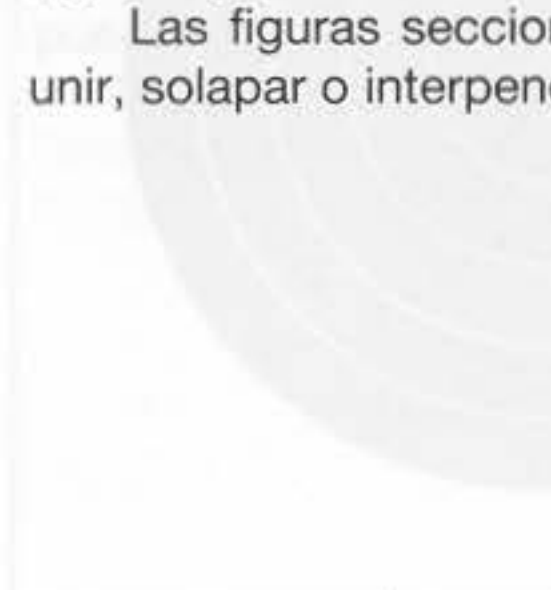


137

División de planos

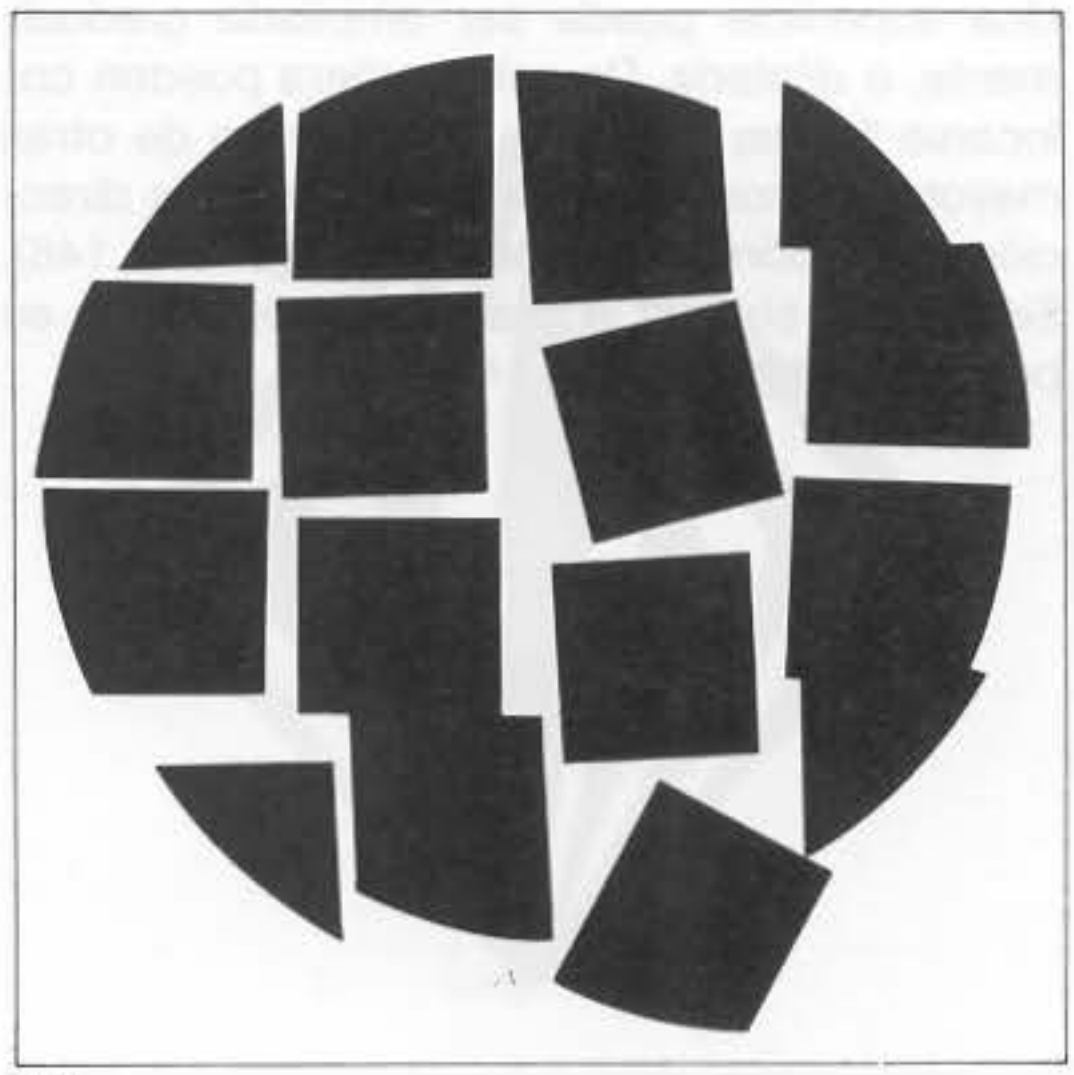
Una figura se puede dividir en partes iguales o desiguales. Se pueden formar líneas en negativo con las separaciones entre las superficies seccionadas (figs. 141, 142). El ligero desplazamiento de las formas seccionadas puede producir interesantes efectos, pero debe mantenerse identificable el contorno original de la figura (fig. 143).

Las figuras seccionadas se pueden tocar, unir, solapar o interpenetrar (fig. 144).

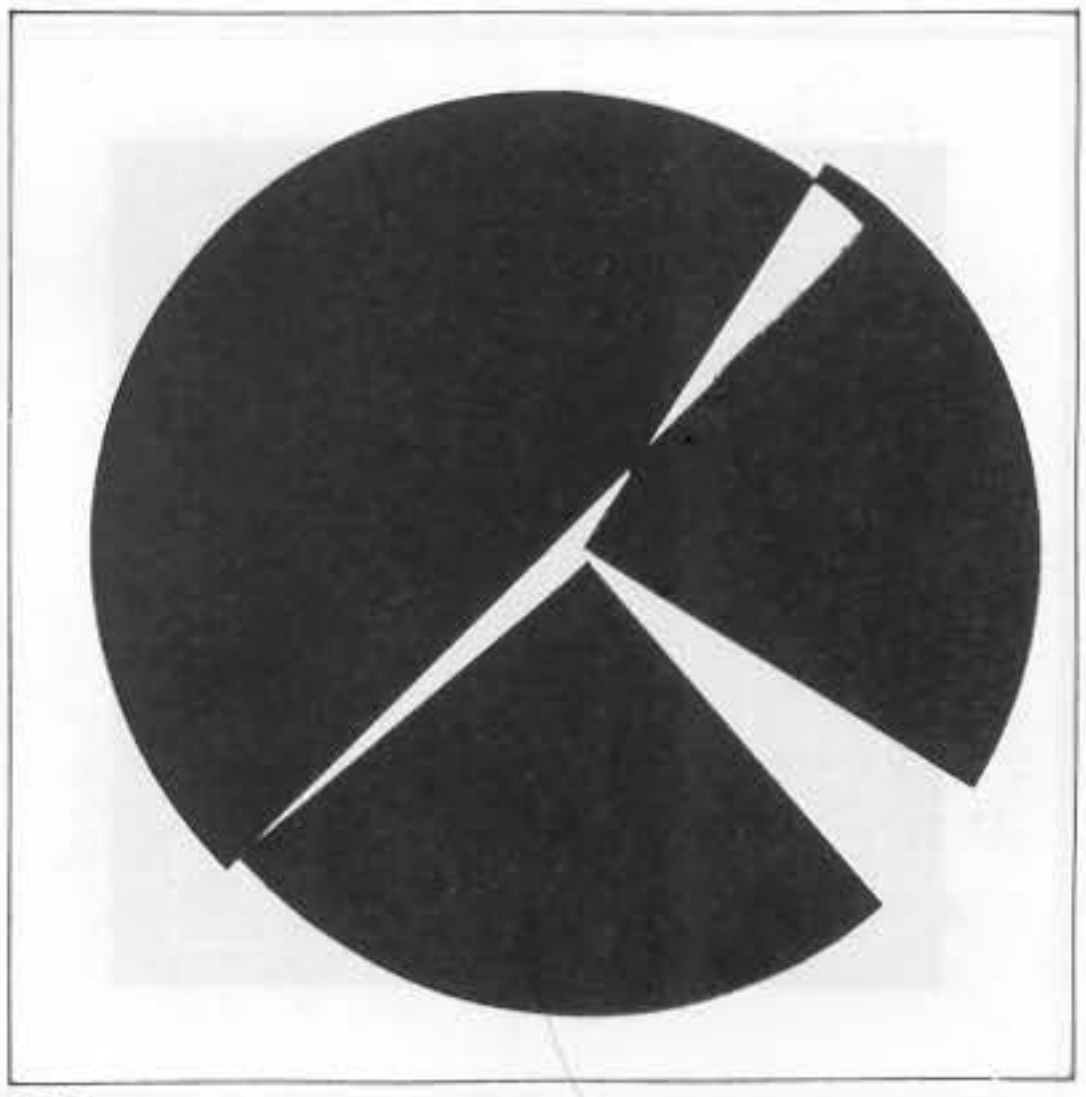


141

142



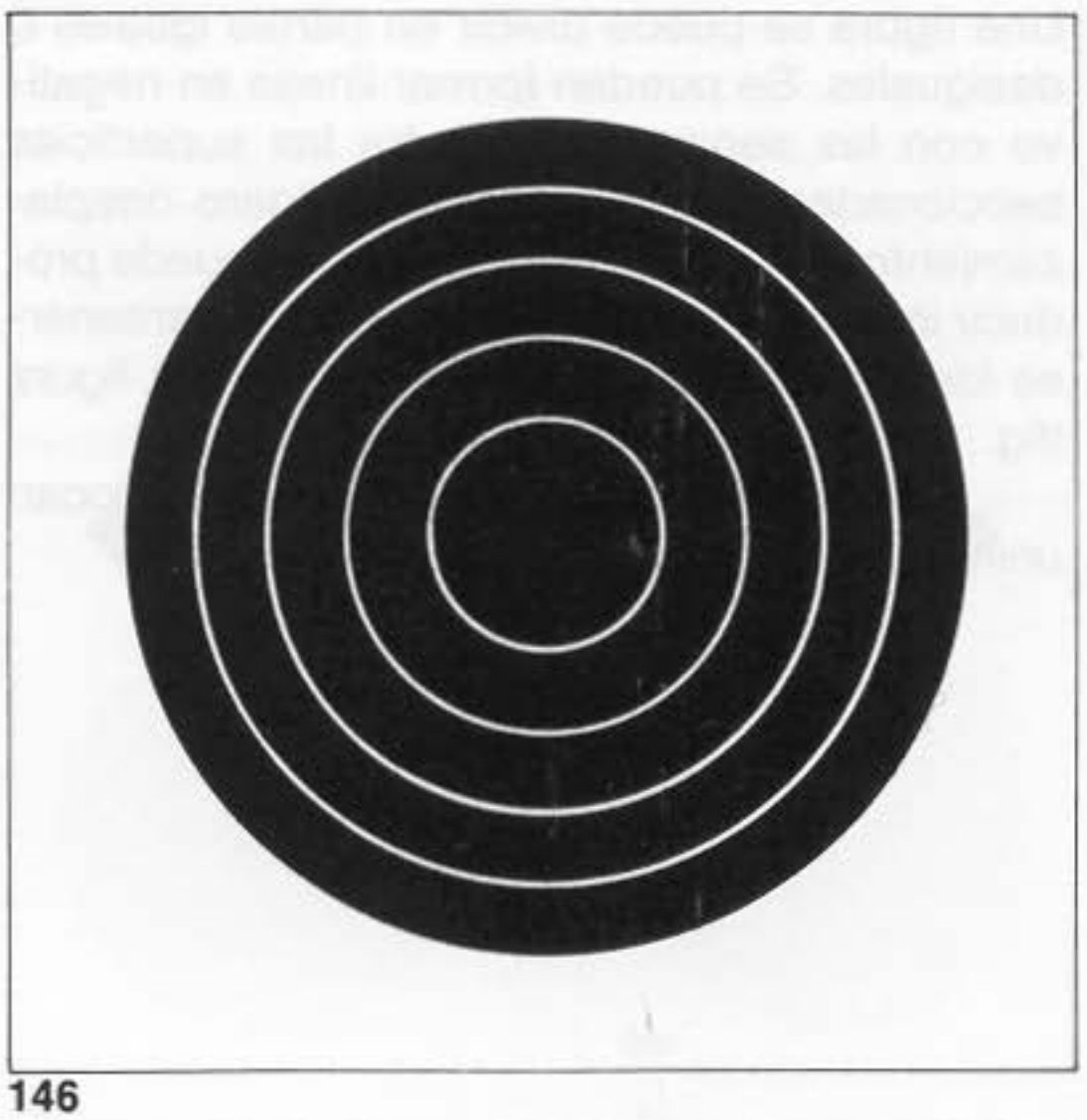
143



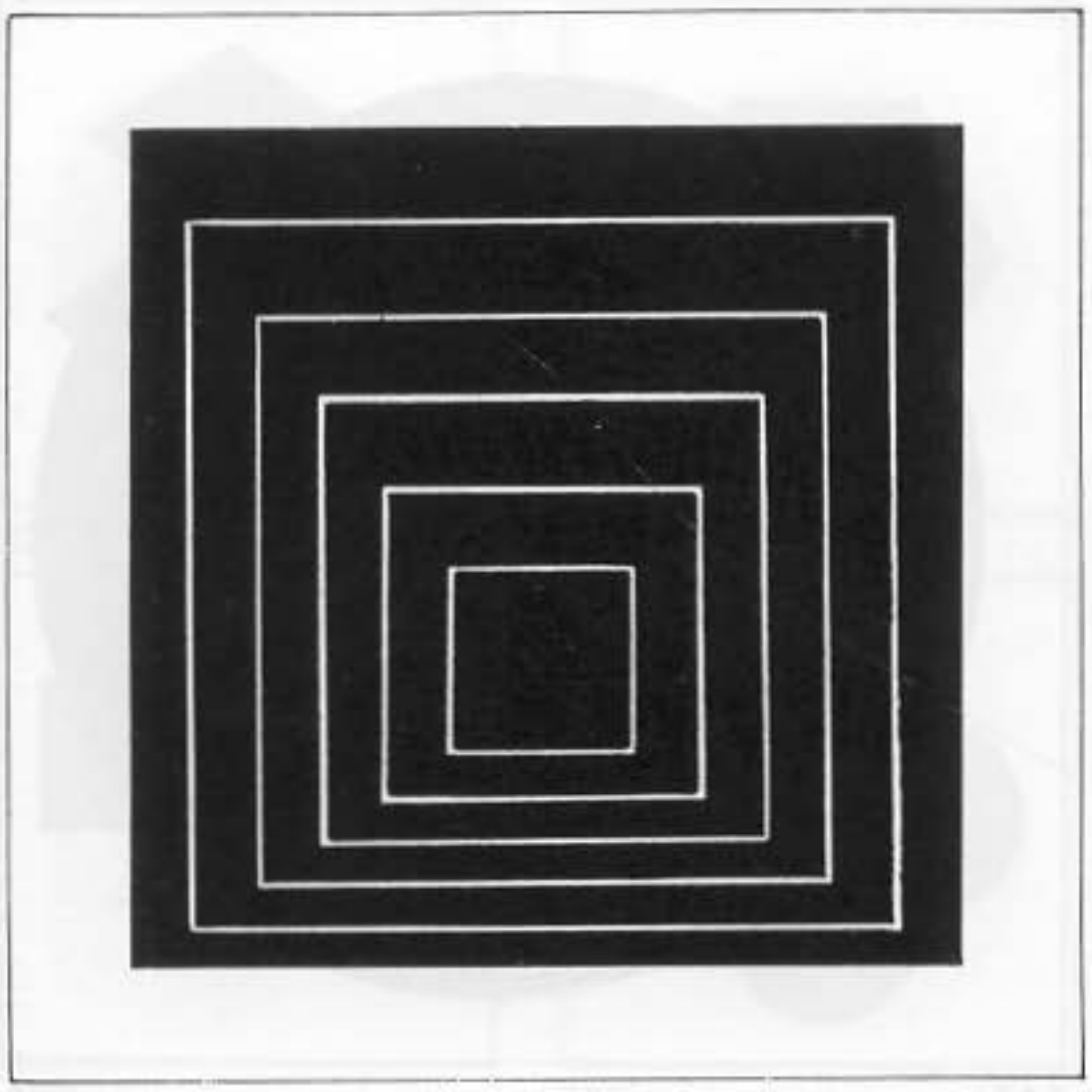
144

Variación del tamaño de los planos

Una superficie puede ser ampliada gradualmente, o dilatada. De esta manera pueden colocarse figuras más pequeñas dentro de otras mayores, o con ligeras variaciones en la dirección o posición de los elementos (figs. 145, 146). Se pueden solapar figuras alternativamente en positivo y negativo (fig. 147).



146



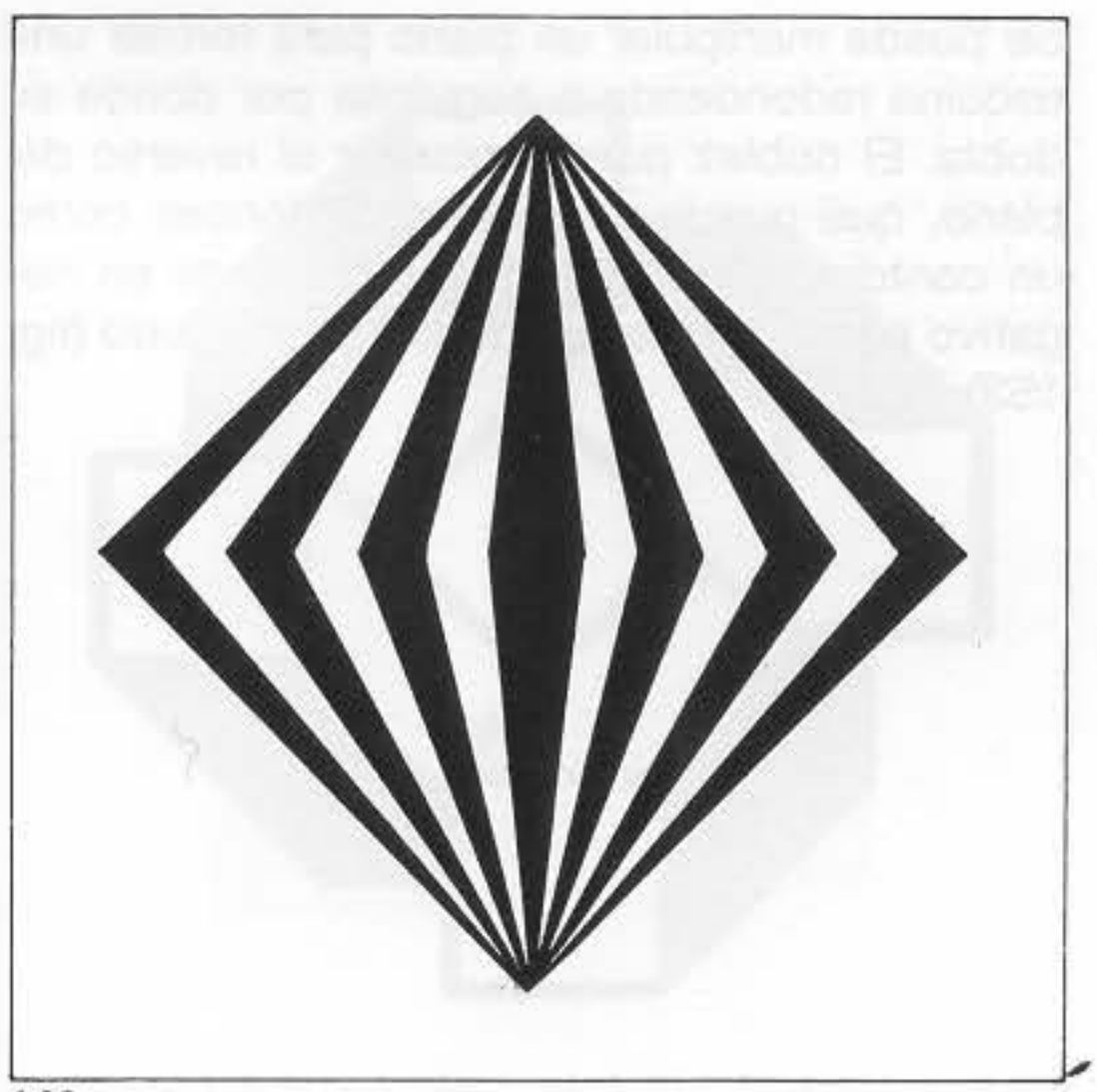
145

147

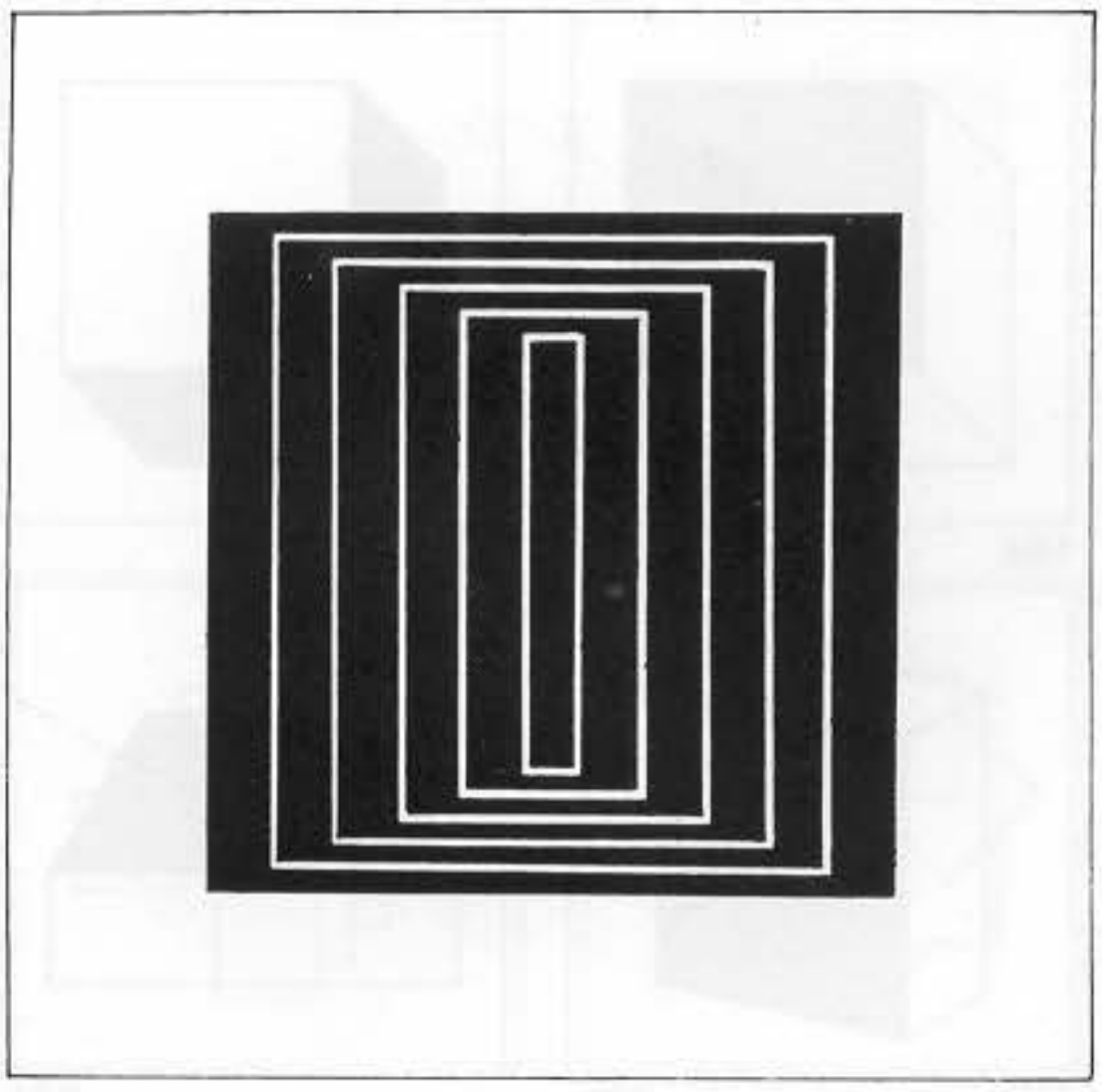
Transformación de planos

Los planos pueden girarse gradualmente para efectuar una transformación. Los planos transformados pueden superponerse (fig. 148). Además, se puede alterar el tamaño de los planos para sugerir elementos que sobresalen o retroceden en el espacio (fig. 149).

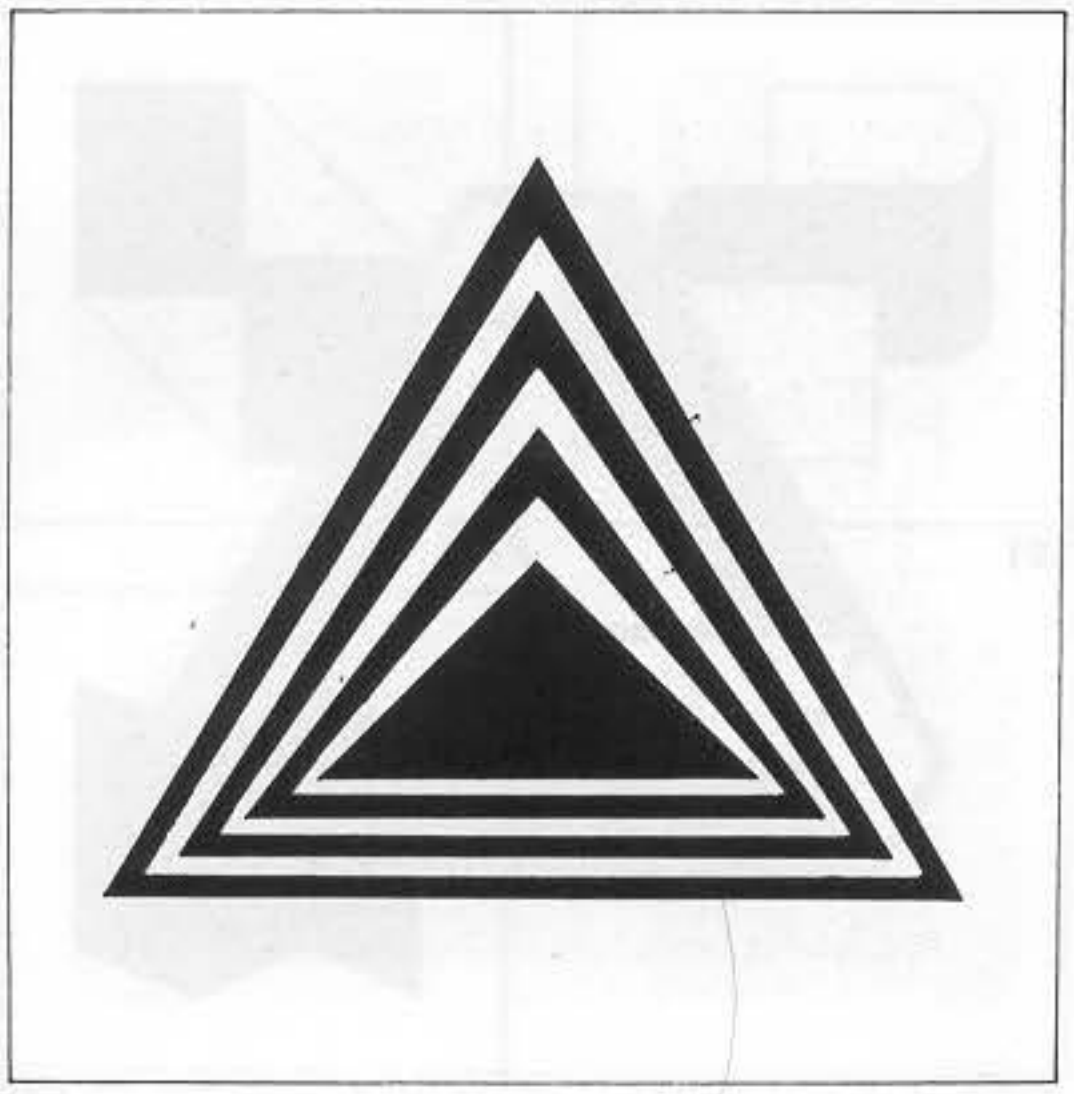
Al igual que con las variaciones de tamaño, los planos positivos y negativos alternados se pueden solapar (fig. 150).



149



148



150

Planos dobles

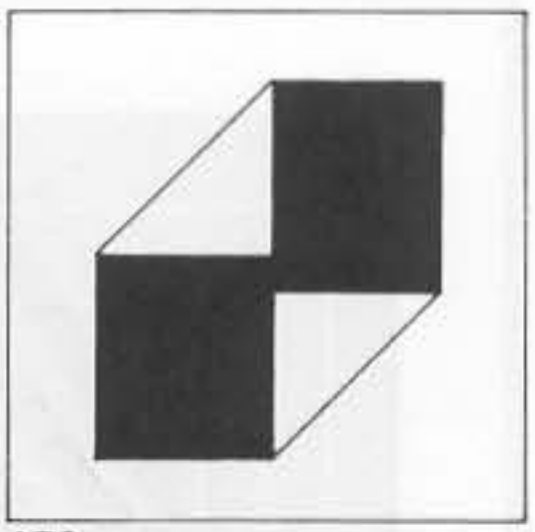
Se puede manipular un plano para formar una esquina redondeada o angulosa por donde se dobla. El doblez puede mostrar el reverso del plano, que puede visualizarse entonces como un contorno (figs. 151, 152). Una línea en negativo puede indicar un doblez puntiagudo (fig. 153).

Formación del volumen

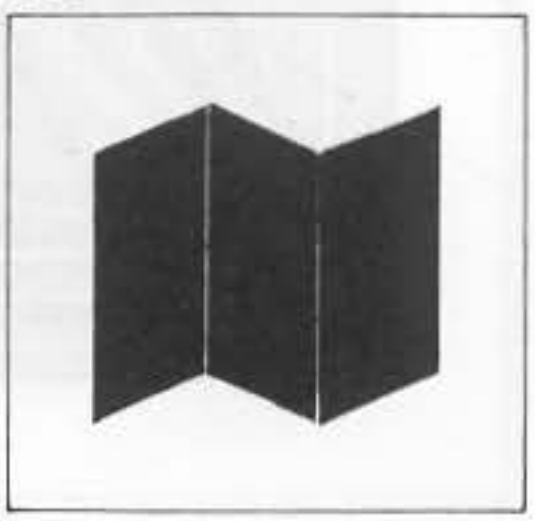
Un plano puede ser engrosado por uno o más de sus bordes para darle volumen. La combinación de líneas y superficies ayuda a distinguir el plano frontal de los planos laterales de la figura (figs. 154, 155).

El volumen se puede presentar con el plano frontal girado oblicua o lateralmente (figs. 156, 157).

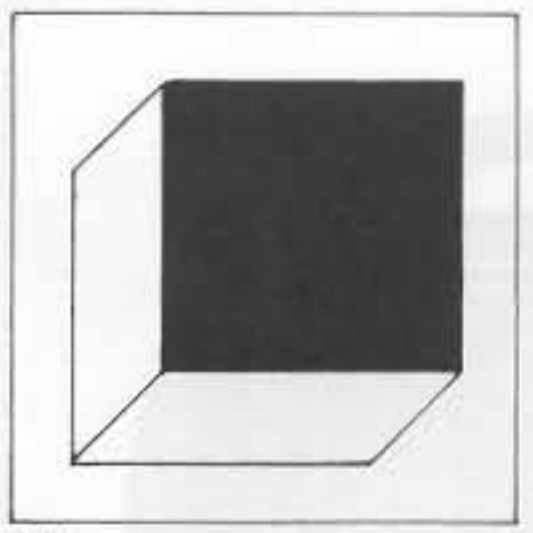
151



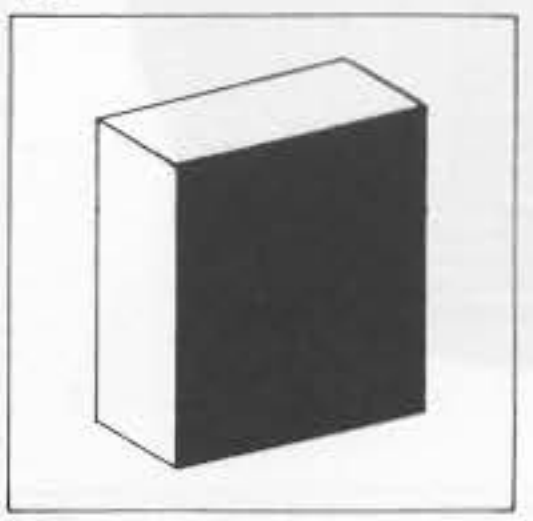
152



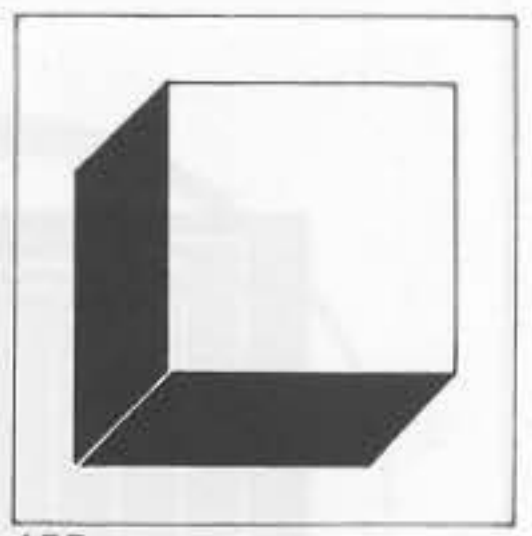
153



154



156



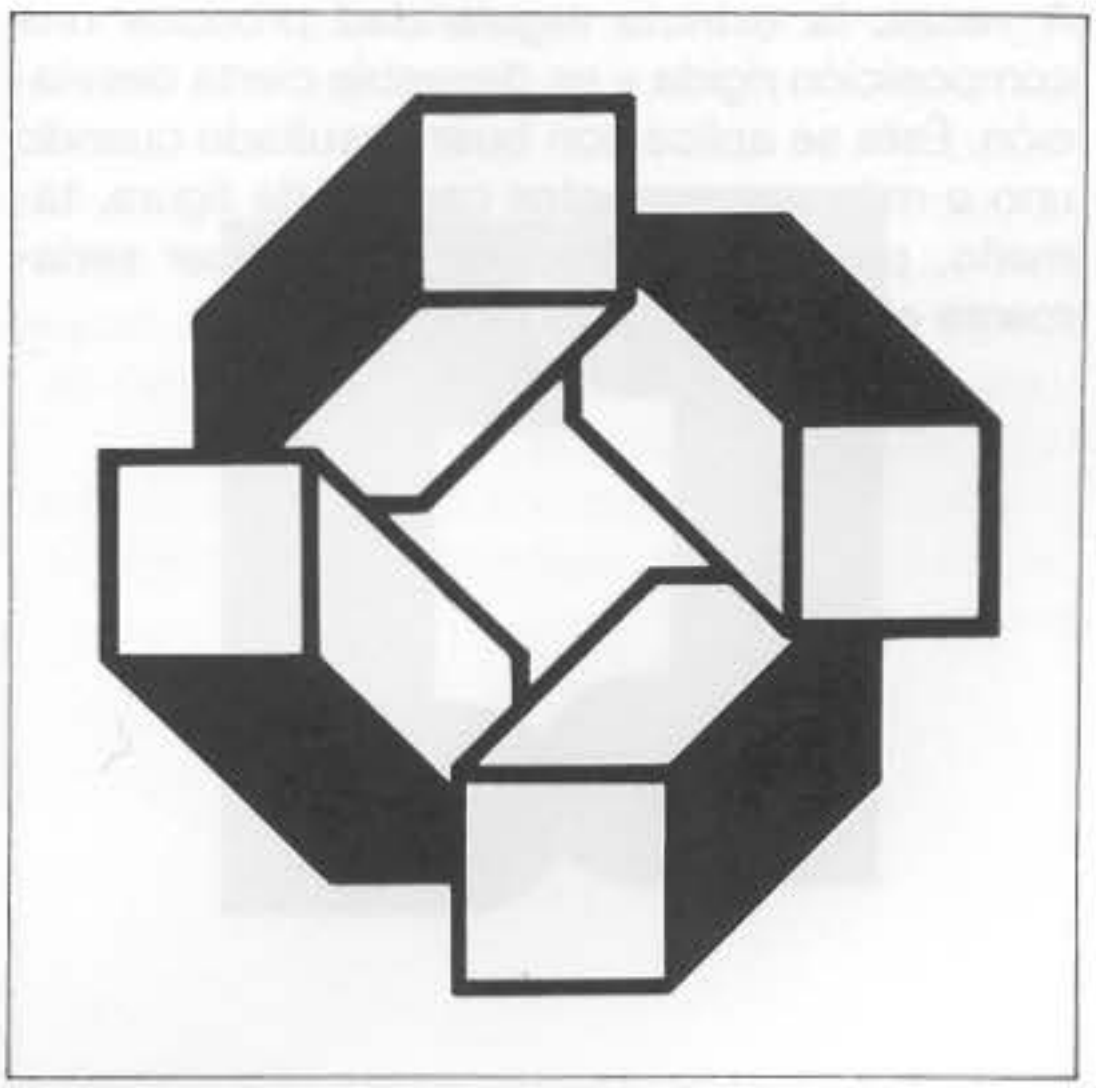
155

157

Regularidad

La mayoría de las figuras geométricas son regulares, es decir, tienen componentes con posiciones y direcciones uniformes y ordenadas. Las figuras se tienen que colocar a distancias predeterminadas (fig. 158). La dirección de las figuras también debe estar a ángulos predeterminados, que establecen estructuras en abanico, circulares o espirales (fig. 159).

Con dos o cuatro componentes, una figura puede parecer un cuadrado (fig. 160). Con tres componentes, se puede producir una figura triangular (fig. 161).



160

158

159

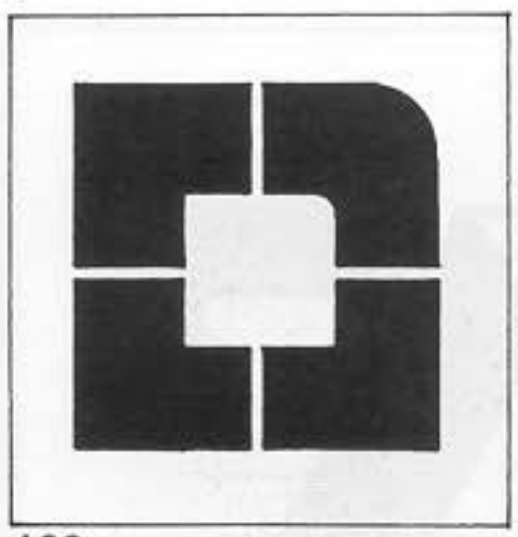
161

Desviación

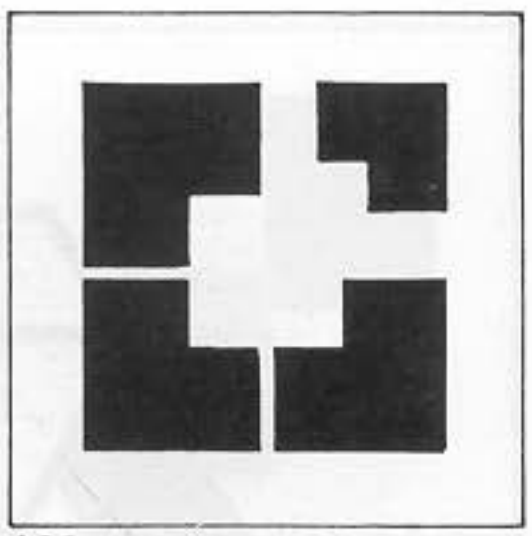
A veces, la estricta regularidad produce una composición rígida y es deseable cierta desviación. Ésta se aplica con buen resultado cuando uno o más componentes cambia de figura, tamaño, posición o dirección sin romper seriamente el diseño original (figs. 162-165).

Simetría

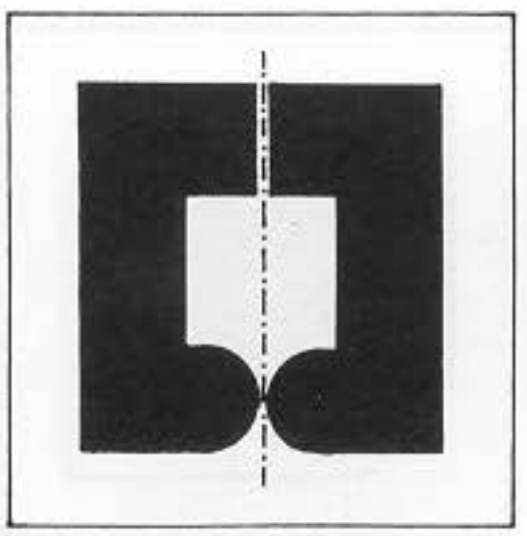
Las figuras simétricas son figuras regulares cuyas mitades izquierda y derecha se pueden obtener por reflexión en el espejo. Una recta invisible, un *eje*, divide la figura en dos partes iguales (fig. 166). Una figura simétrica puede colocarse horizontalmente o con una inclinación (fig. 167).



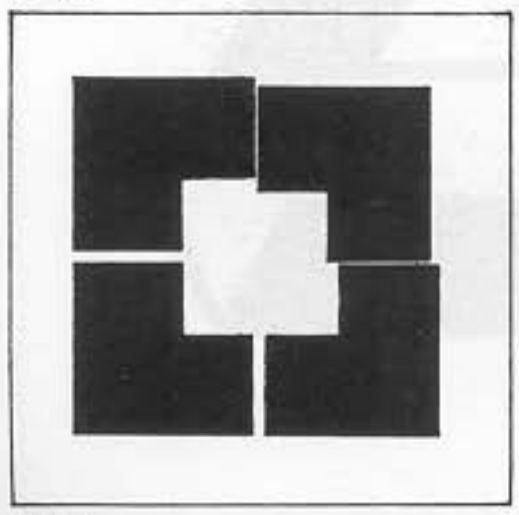
162



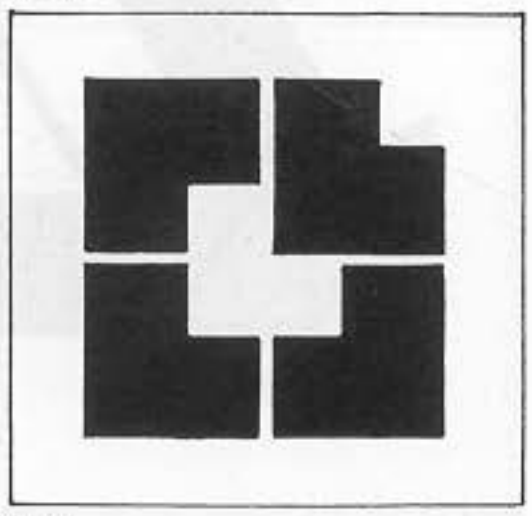
163



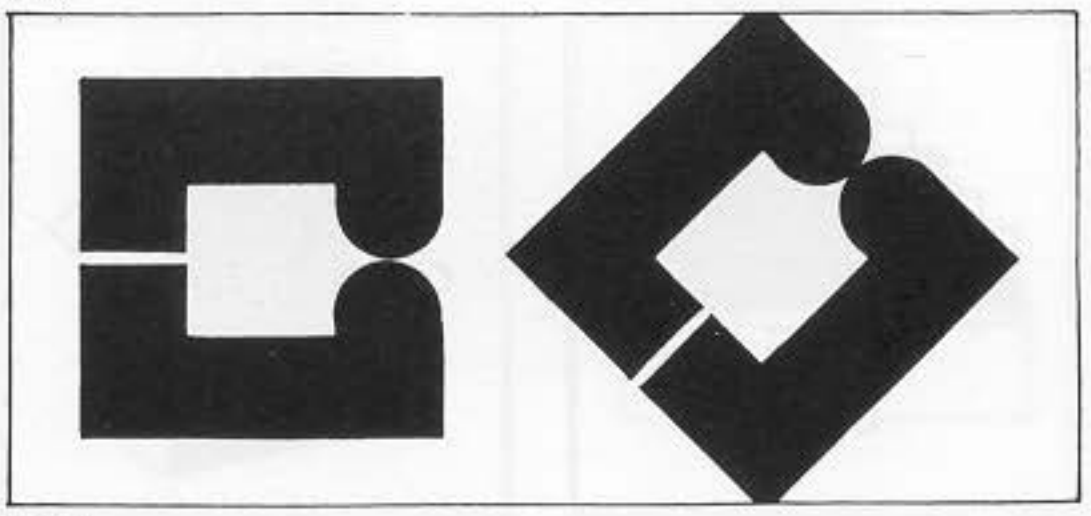
166



164



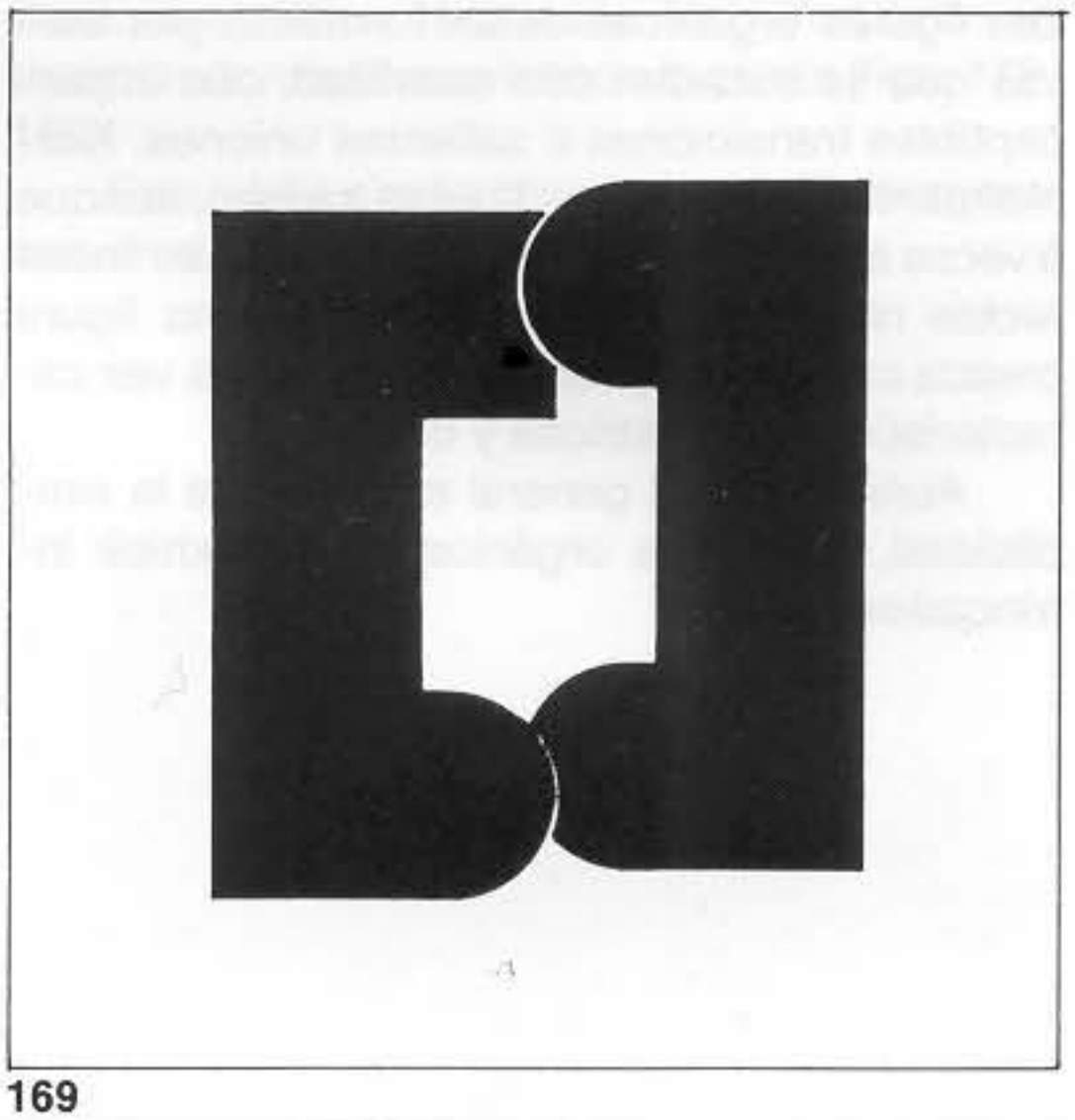
165



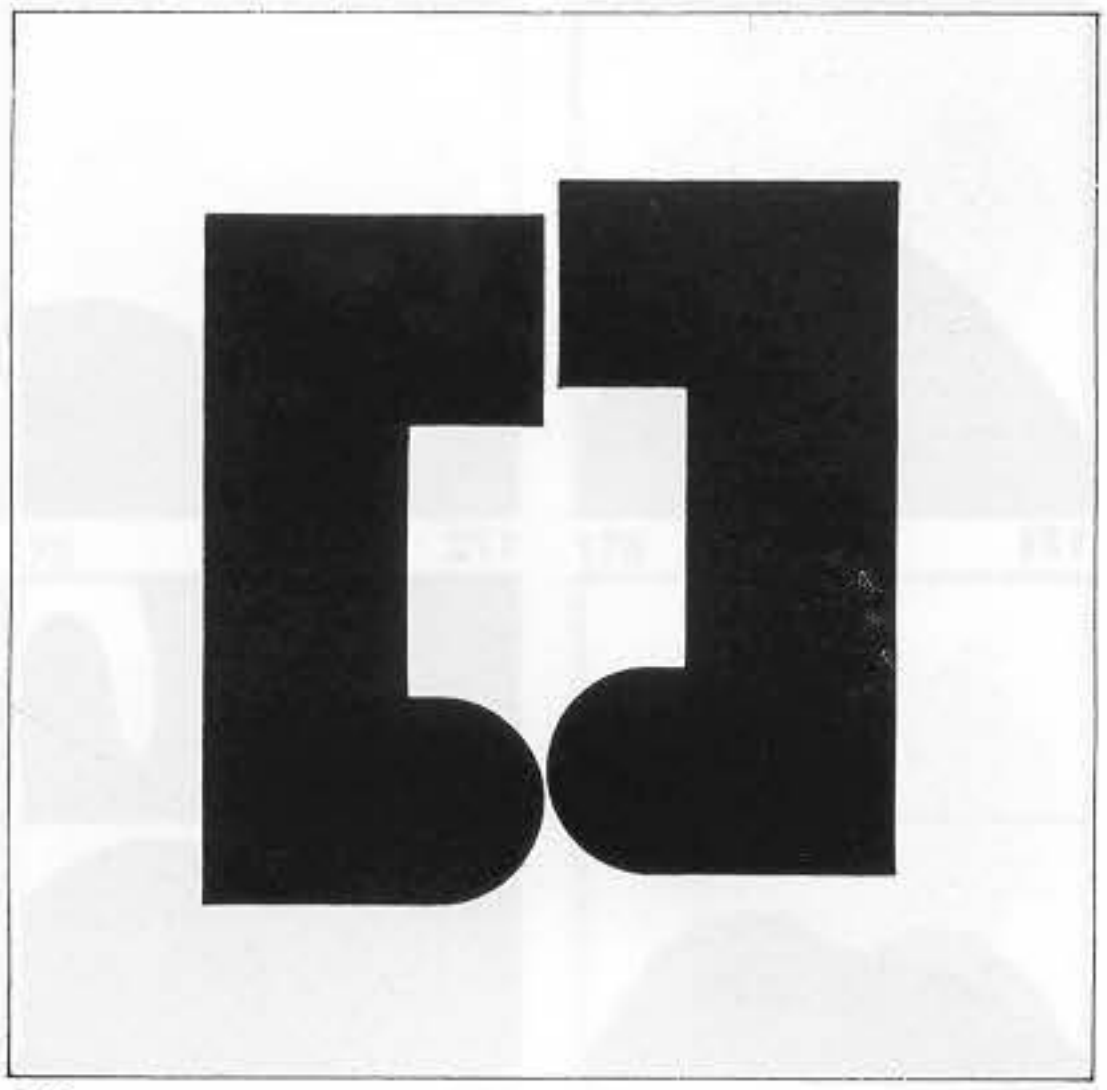
167

Asimetría

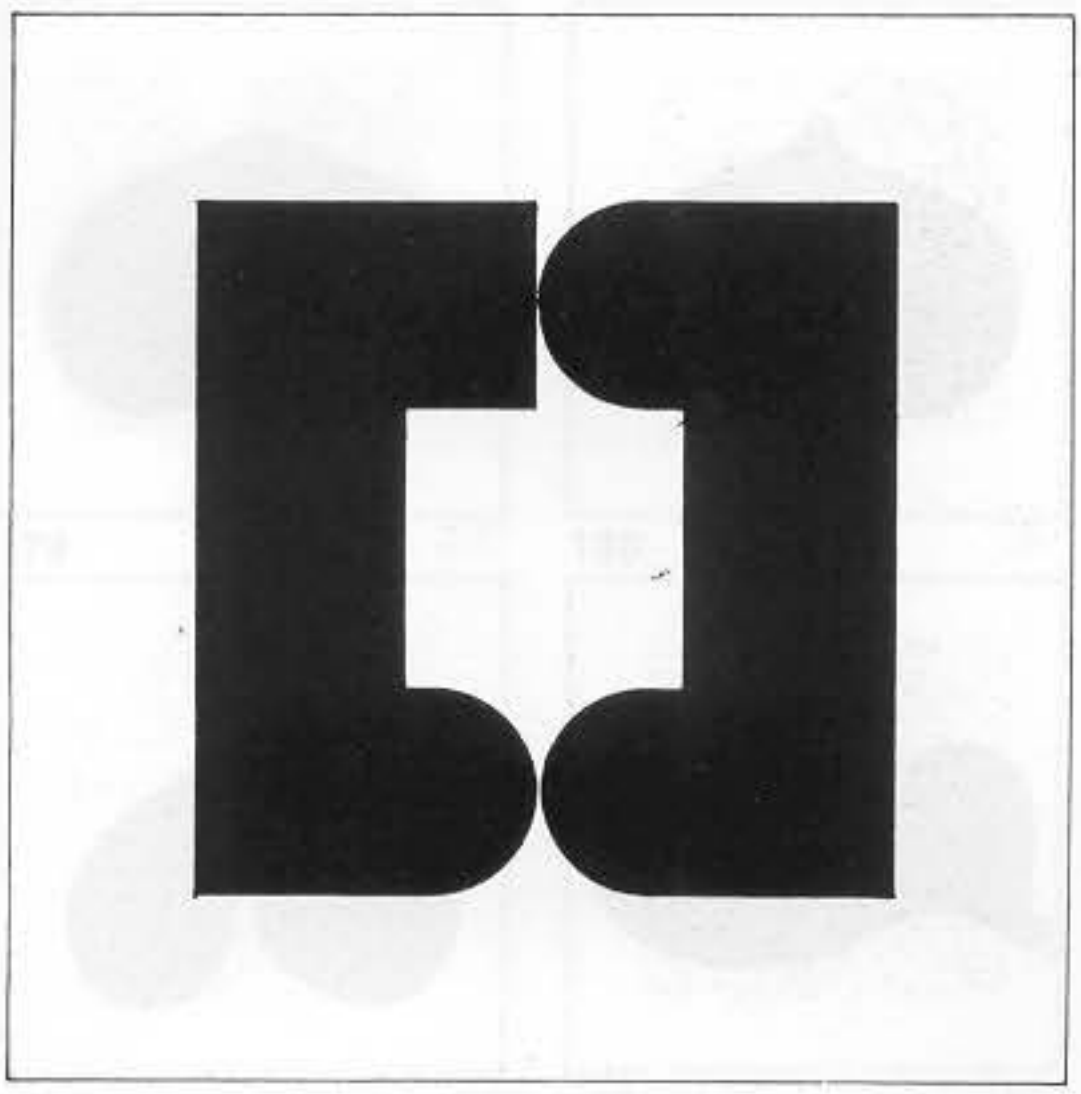
Se puede introducir una ligera variación en una figura simétrica desalineando las dos mitades, solapándolas o añadiendo alguna variación a una de ellas (figs. 168-70).



169



168



170

CREACIÓN DE FIGURAS ORGÁNICAS

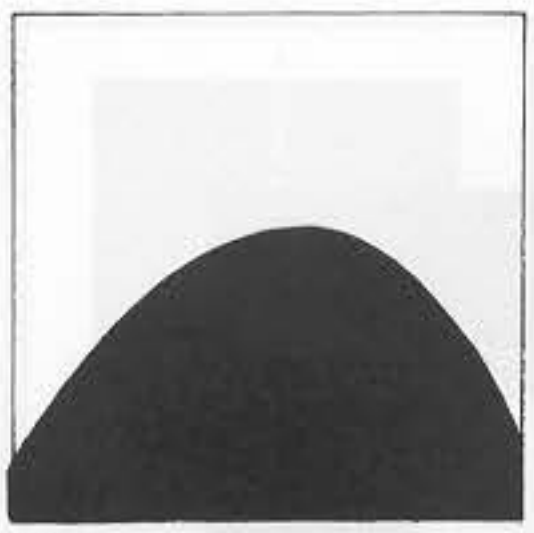
Las figuras orgánicas están formadas por curvas que se suceden con suavidad, con imperceptibles transiciones o salientes uniones. Normalmente las curvas se dibujan a mano, aunque a veces se usan plantillas para curvas. Las líneas rectas raramente están presentes. Una figura creada con curvas y rectas presenta a la vez características geométricas y orgánicas.

Aunque por lo general es deseable la simplicidad, una figura orgánica puede exhibir intrincados detalles.

Curvas en C y en S

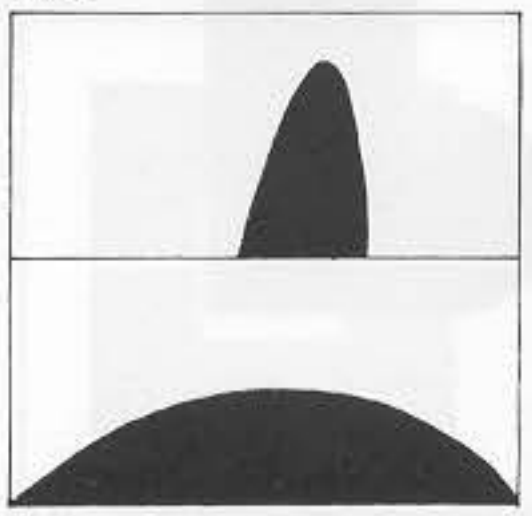
Una línea que se flexiona en una sola dirección produce *curva en C*. El otro tipo de curva, *curva en S*, se produce cuando una línea se flexiona en ambas direcciones (fig. 172). La curva en S es de hecho dos curvas en C unidas que tienen sentidos opuestos.

Tanto las curvas en S como en C se pueden presentar en formas aplanadas o comprimidas lateralmente (figs. 173, 174).

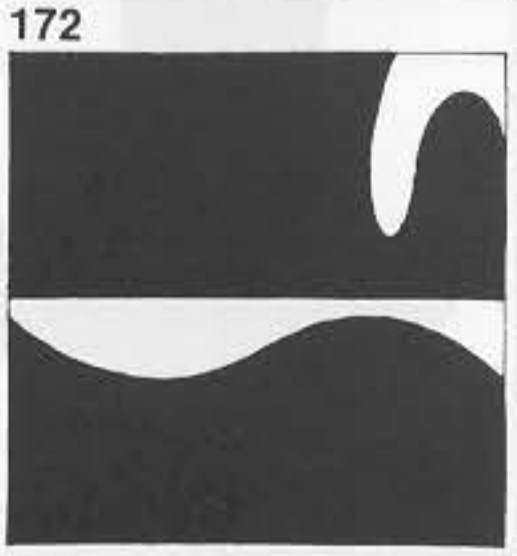


171

172



173



174

Figuras con vértices puntiagudos

Dos curvas que se encuentran pueden determinar un trazo continuo o un vértice. Los vértices pueden presentarse sobresaliendo del cuerpo de la figura (fig. 175) o vueltos hacia ella (fig. 177).

Los vértices romos (figs. 175, 177) se pueden afilar estirando las curvas en la proximidad de la unión (figs. 176, 178).

Figuras con vértices redondeados

Cualquier vértice, sea saliente o invertido, se puede redondear suavizando la punta (figs. 179, 180).

Este vértice redondeado se puede exagerar con un extremo saliente (figs. 181, 182).

175

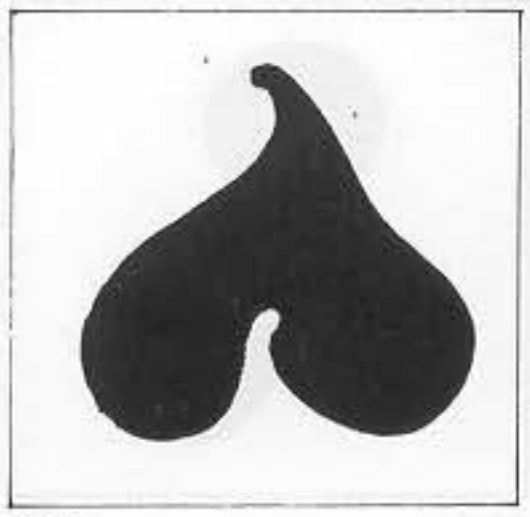
176

179

180

177

178



181

182

Unión y conexión de figuras

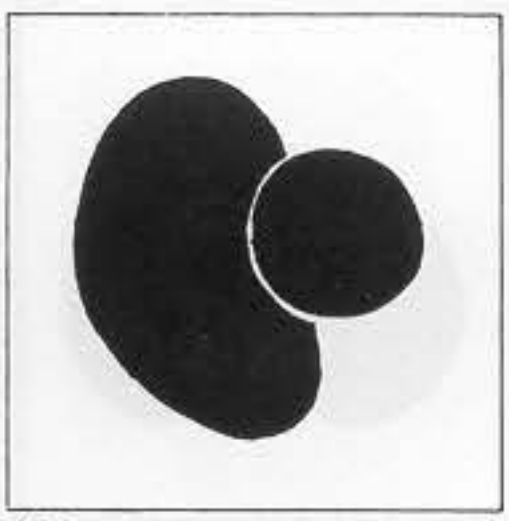
Dos figuras que se solapan (fig. 183) se pueden unir parcialmente (fig. 184).

Dos figuras separadas (fig. 185) se pueden unir mediante prolongaciones (fig. 186).

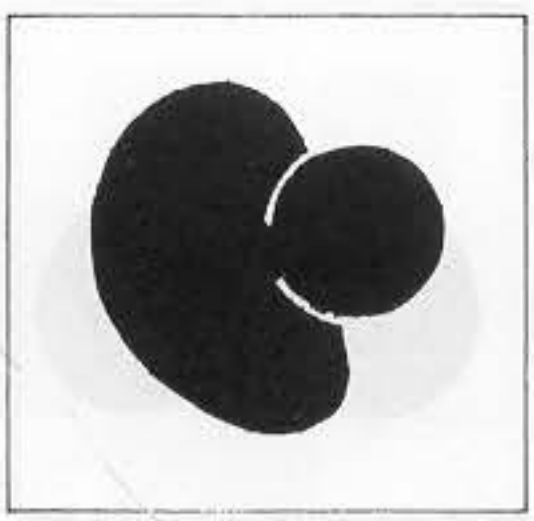
Corte, desgarro y rotura de figuras

Una figura (fig. 187) se puede cortar parcial o completamente para formar dos o más figuras, manteniendo intacta la imagen de conjunto (figs. 188, 189). Los componentes partidos se pueden manipular para introducirles pequeñas variaciones si se desea.

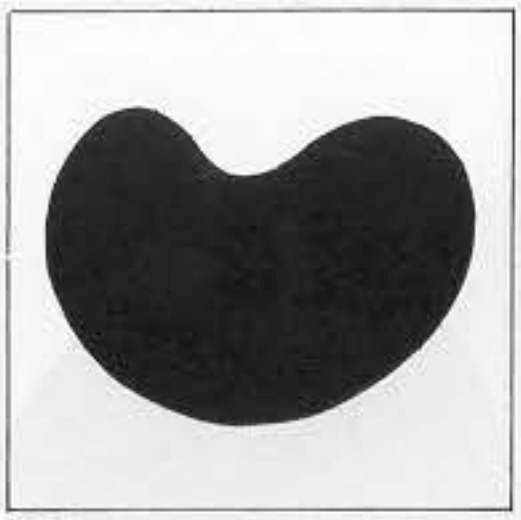
El desgarro y rotura de las figuras producen bordes mellados, que dan cierta irregularidad (fig. 190).



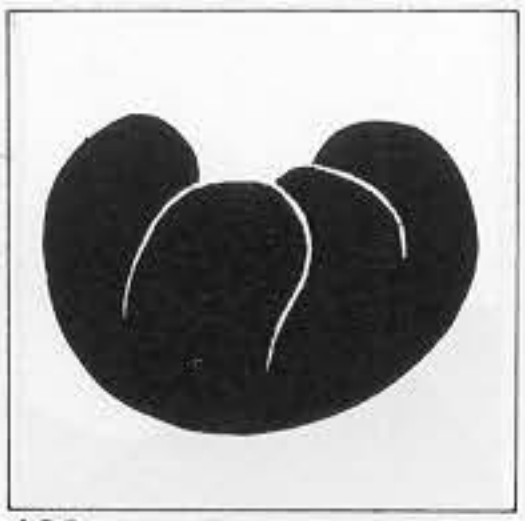
183



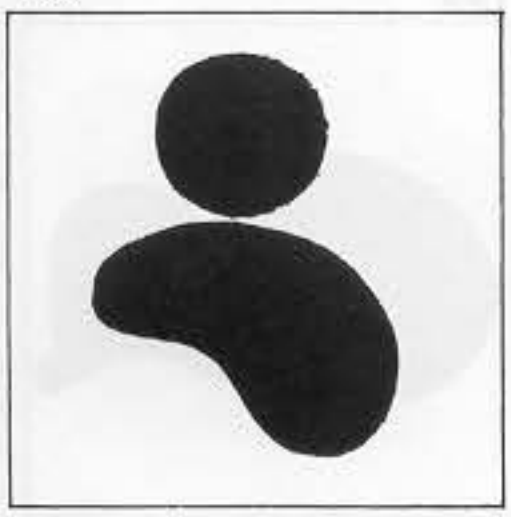
184



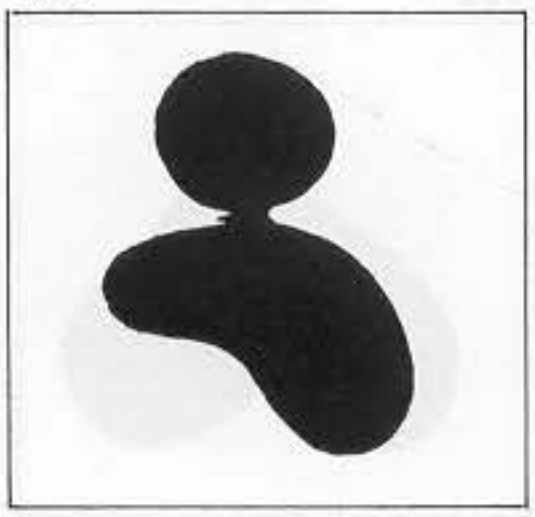
187



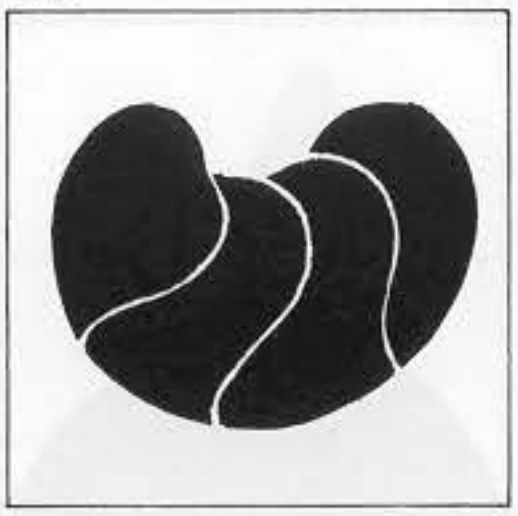
188



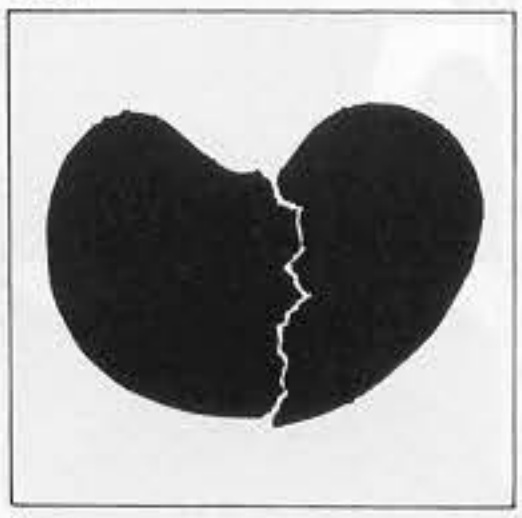
185



186



189



190

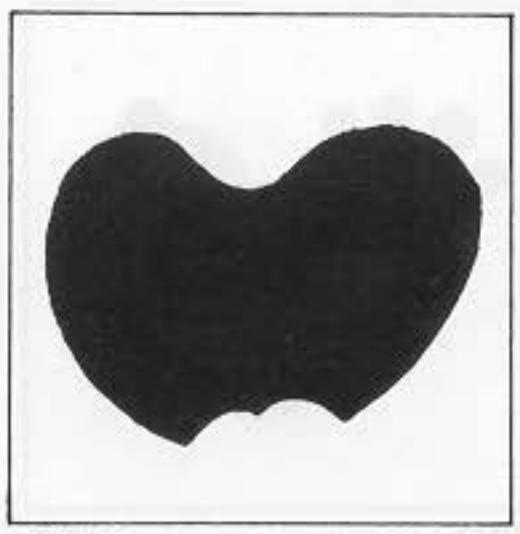
Recorte y supresión de partes de figuras

Se puede cortar y suprimir una porción, o porciones, de una figura, alterando su contorno (fig. 191), o produciendo figuras en negativo (figs. 192, 193). Los bordes recortados, se pueden dejar con aspecto irregular para sugerir una rotura forzada (fig. 194).

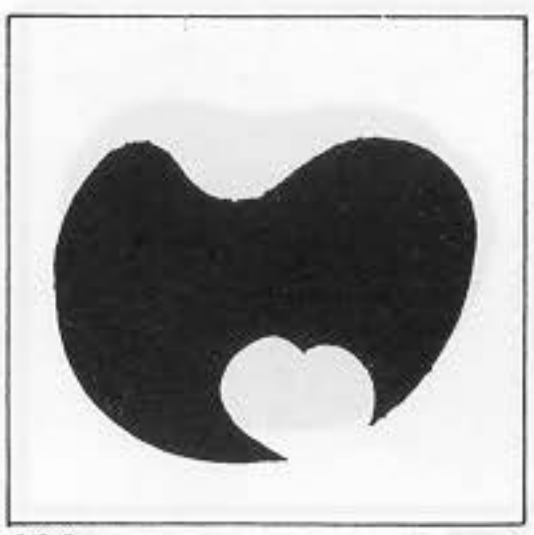
Figuras alabeadas y retorcidas

Se puede tratar a la figura como a un plano flexible que se alabea dejando ver su envés (fig. 195).

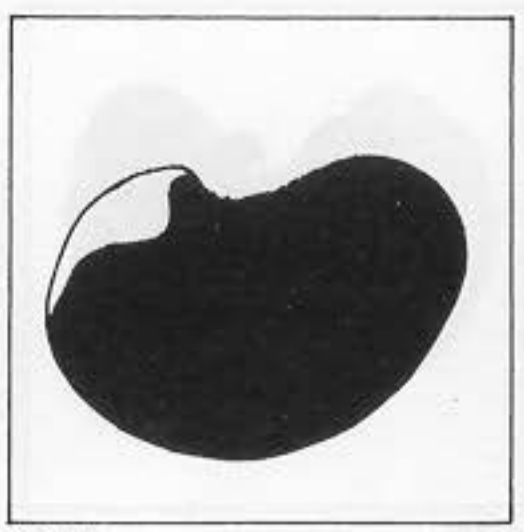
La figura también se puede distorsionar retorciéndola y haciéndola más estrecha por la mitad (fig. 196).



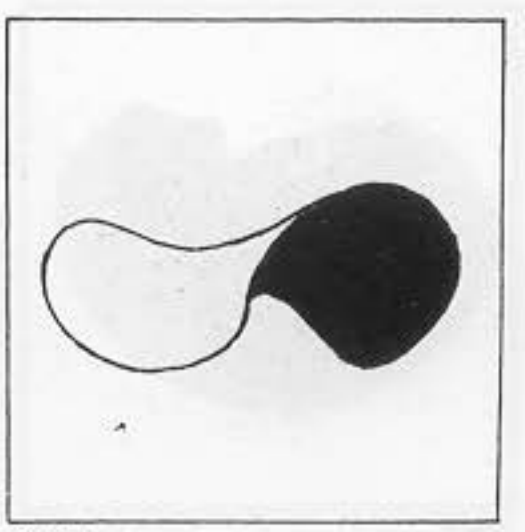
191



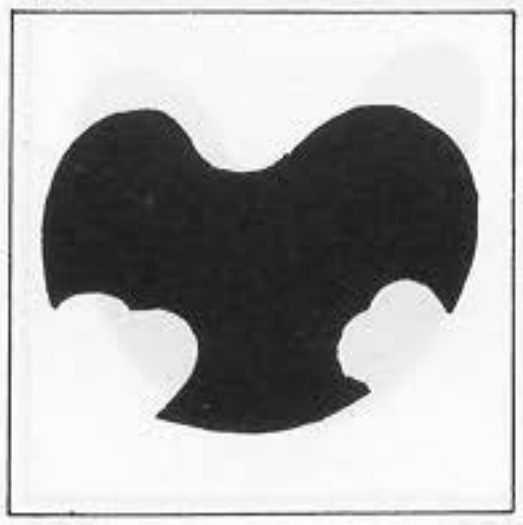
192



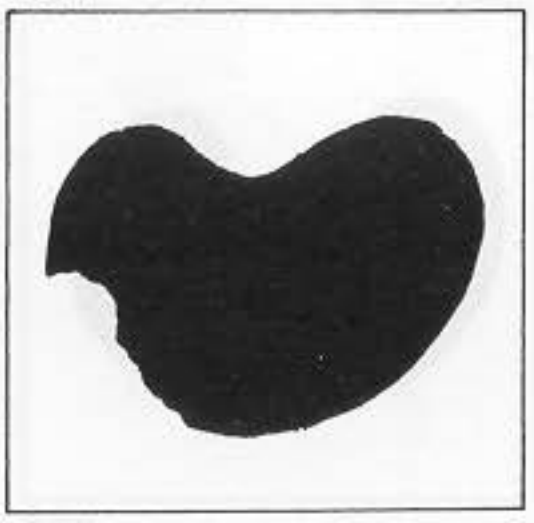
195



196



193



194

Arrugado y plegado de figuras

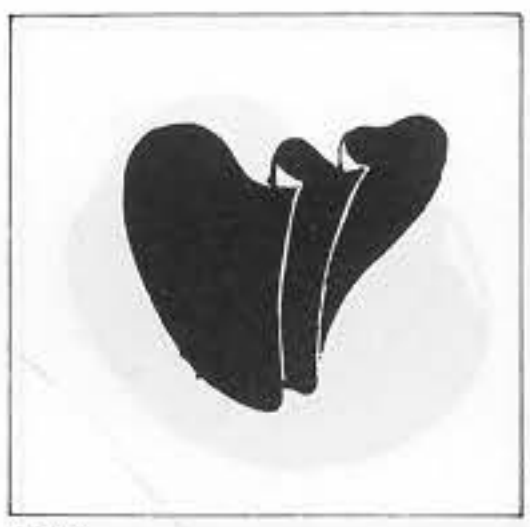
El alabeo excesivo de una figura produce las arrugas (fig. 197).

A los pliegues creados alabeando y arrugando una figura se les puede dar bordes afilados (fig. 198). También puede efectuarse el pliegue sólo en parte del ancho de la figura (fig. 199).

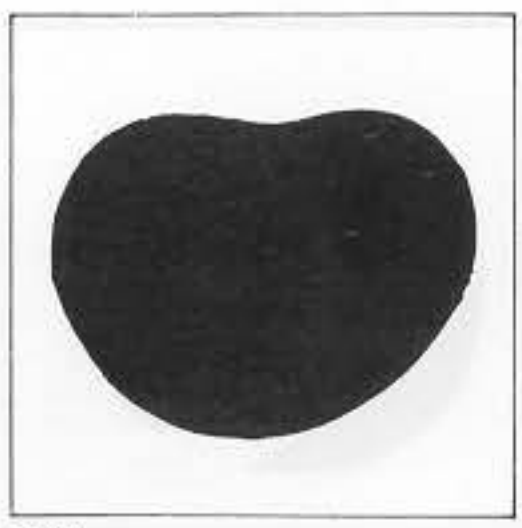
Hinchado y deshinchado de figuras

Una figura se puede hinchar hasta dejarla bien llena (acercándose al círculo) sin un aumento aparente de tamaño (fig. 200). También se la puede deshinchar, o contraer, volviéndola fláccida sin una disminución aparente del tamaño (figs. 201, 202).

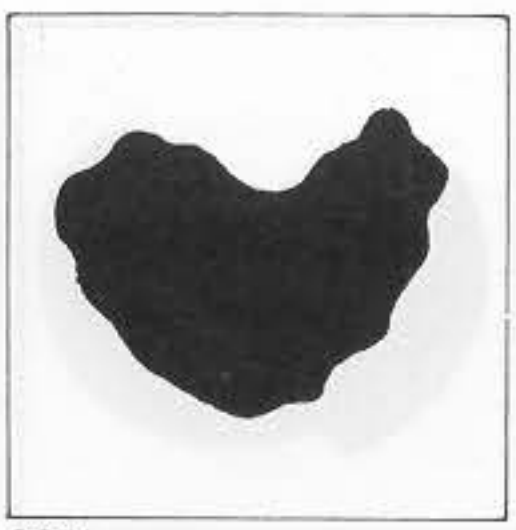
197



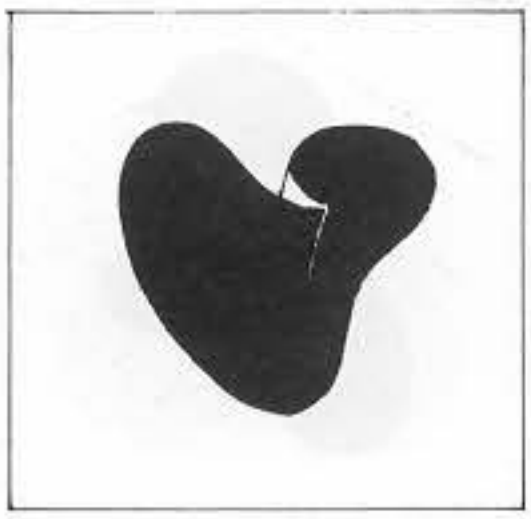
198



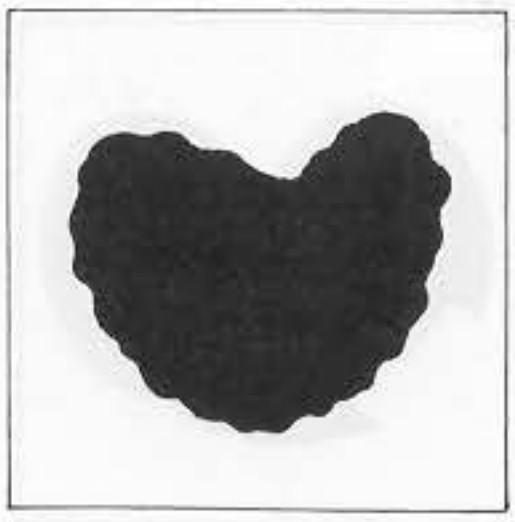
200



201



199



202

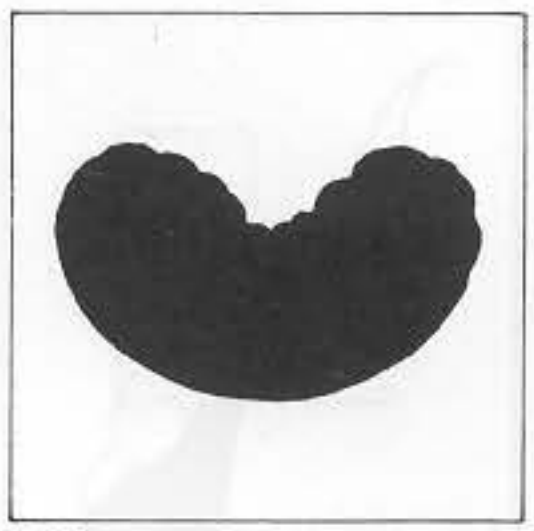
Metamorfosis y deformación de figuras

Una figura se puede *metamorfosear*, quedar afectada por un crecimiento interno en una o más zonas concretas (fig. 203). Puede quedar *deformada*, como si actuara sobre ella alguna fuerza externa que la esté oprimiendo, estirando o empujando (figs. 204-206).

Proliferación de figuras

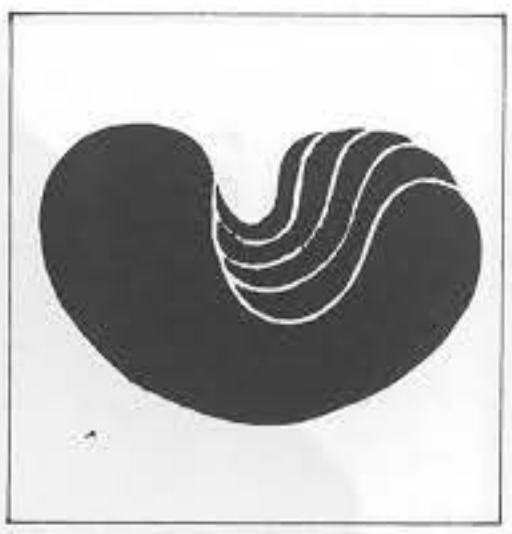
El uso múltiple de una figura se denomina *proliferación* (fig. 207). Pueden variar el tamaño y la forma de los elementos proliferantes, que pueden estar solapados o superpuestos (figs. 208-210).

203



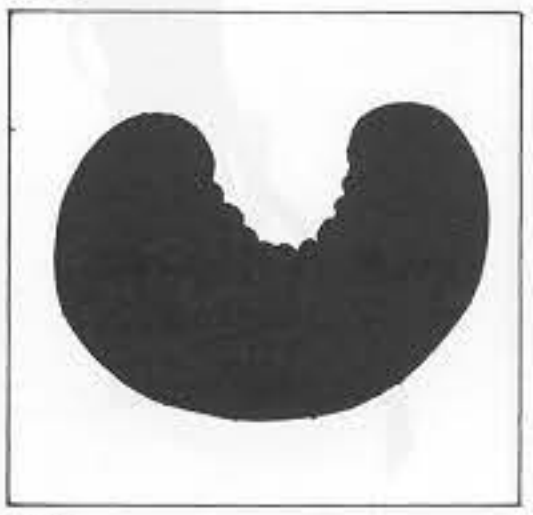
204

207

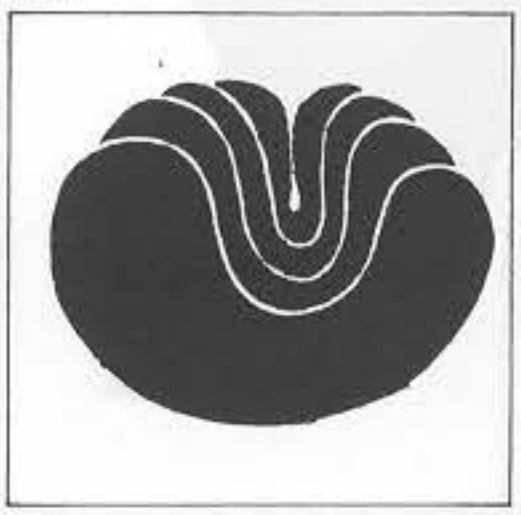


208

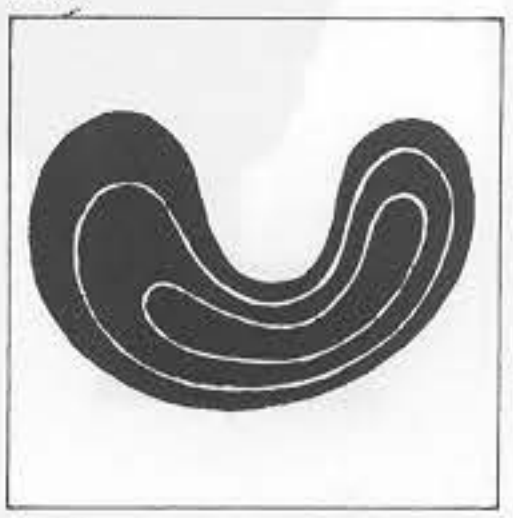
205



206



209

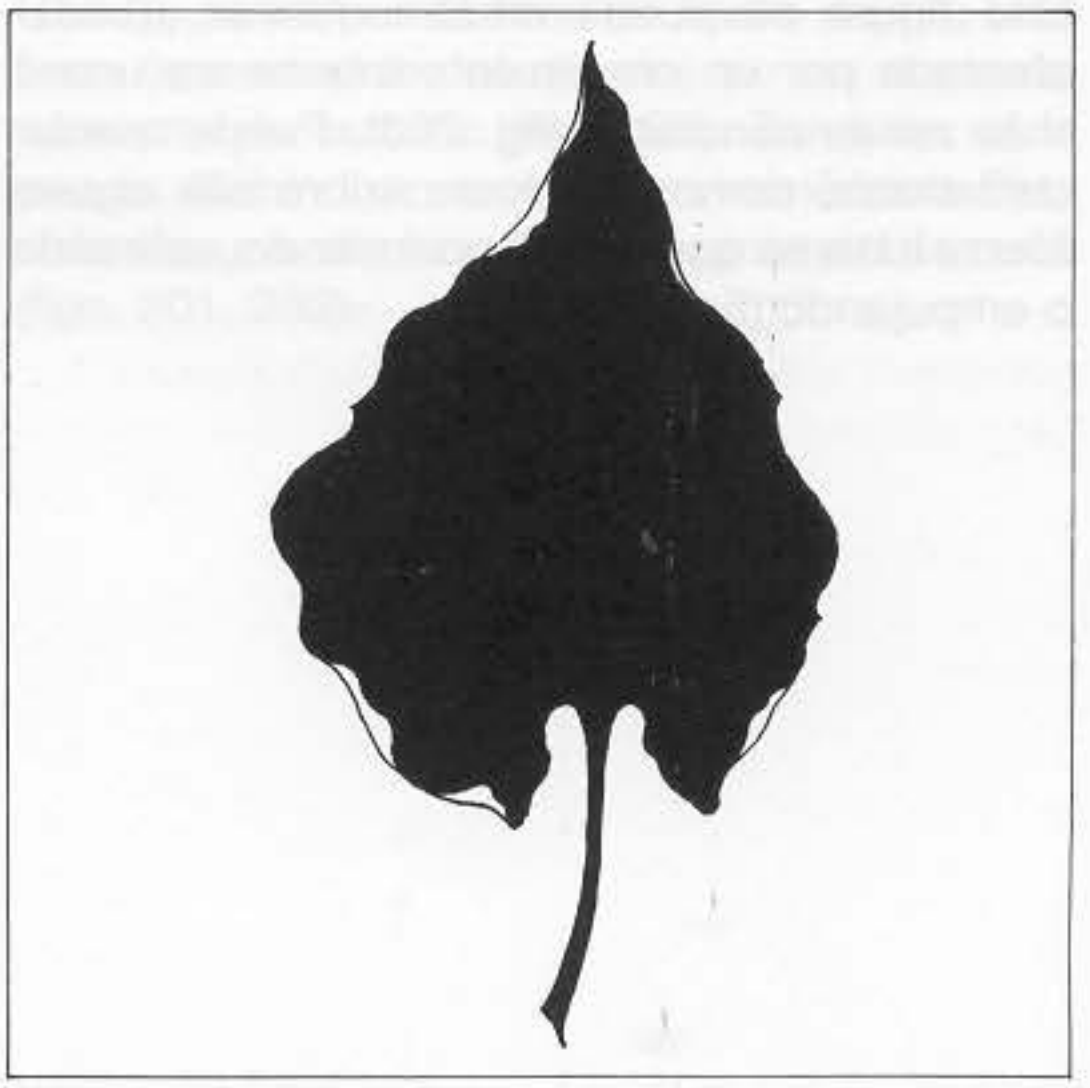


210

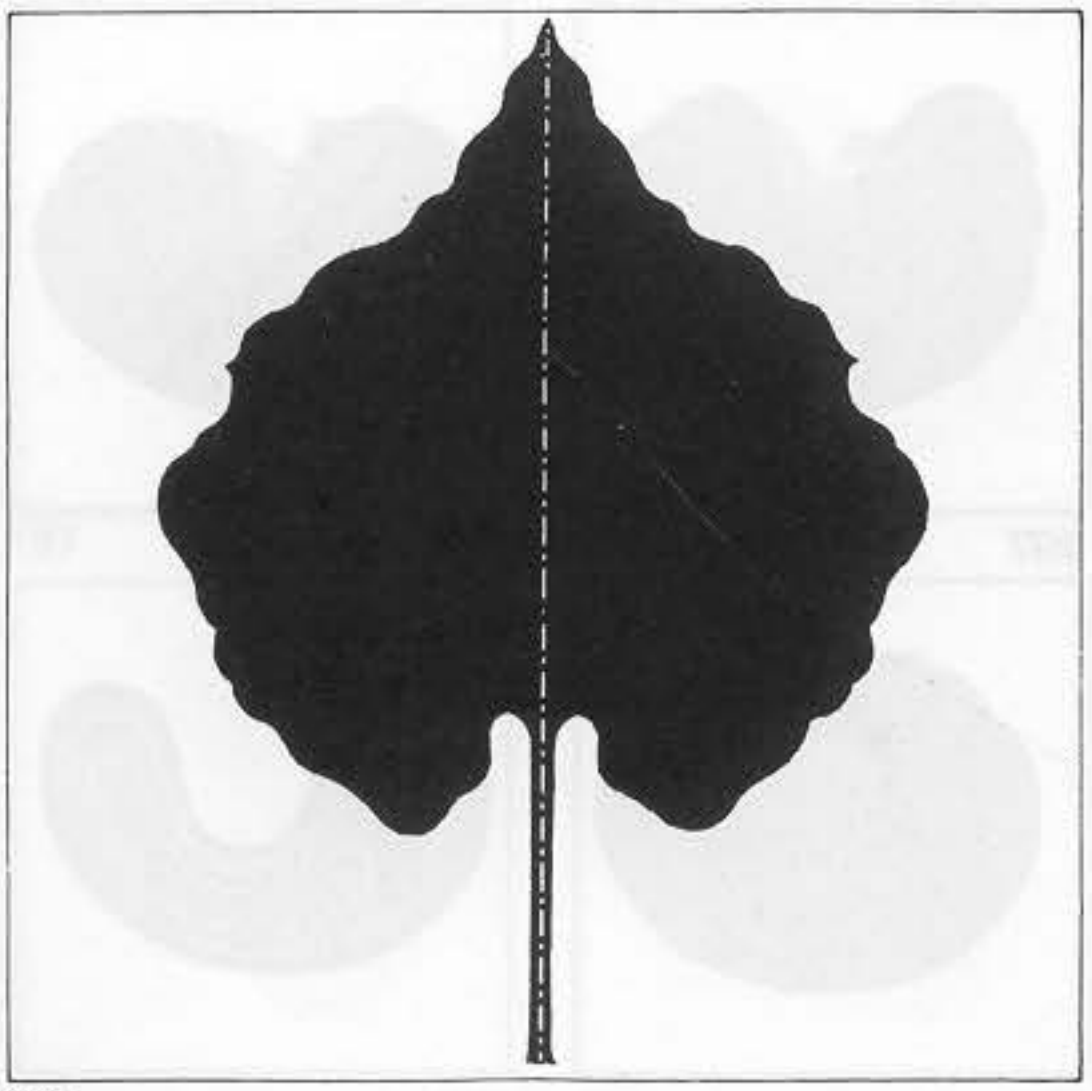
Expresión simétrica

Se puede introducir la simetría en una figura orgánica. Para conseguir una simetría estricta, se puede crear una imagen reflejada de los componentes a ambos lados de un eje invisible (fig. 211). No obstante, el eje puede convertirse en una curva en forma de C o de S, y ajustar adecuadamente los componentes para obtener una expresión simétrica (fig. 212).

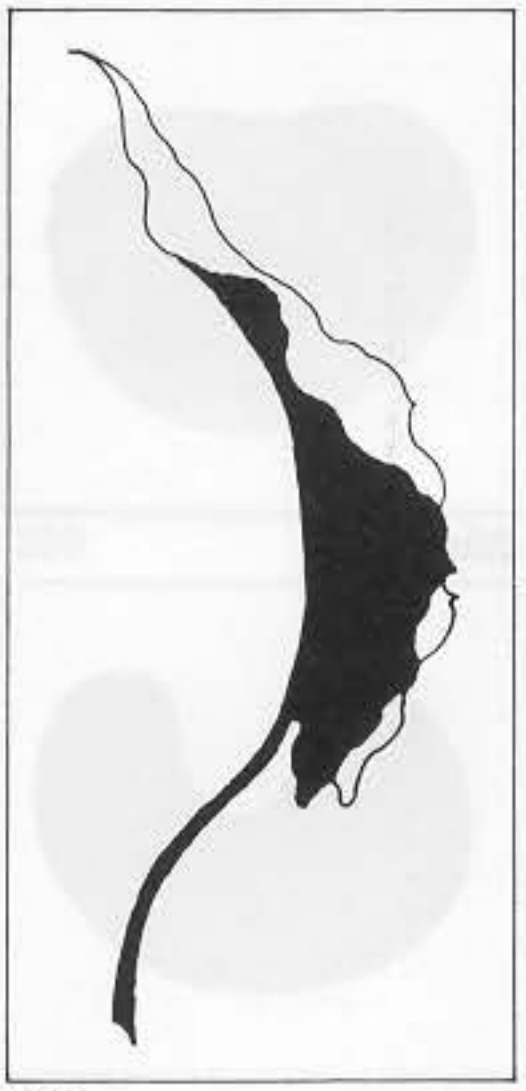
Se pueden introducir manipulaciones posteriores de la figura resultante (fig. 213). Los componentes pueden sufrir ligeras variaciones sin destruir la simetría del conjunto (fig. 214).



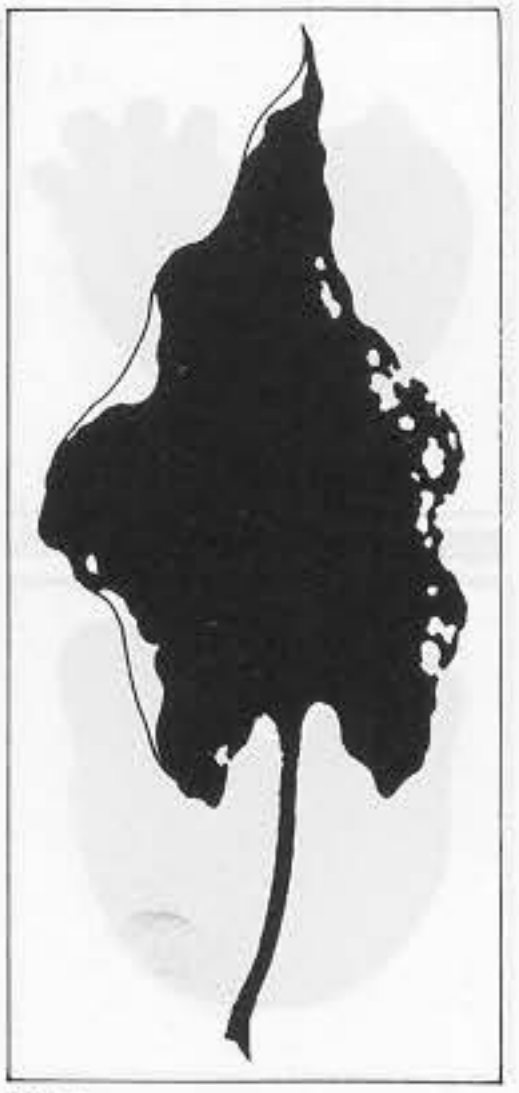
212



211



213



214

VARIACIONES DE UNA FORMA

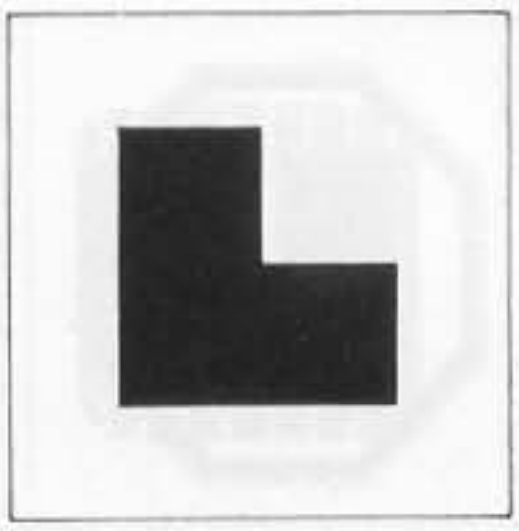
Una forma, tanto si es abstracta como figurativa, geométrica u orgánica, puede evolucionar en diferentes configuraciones. El diseñador puede examinar todas las variaciones posibles antes de decidirse por una de ellas.

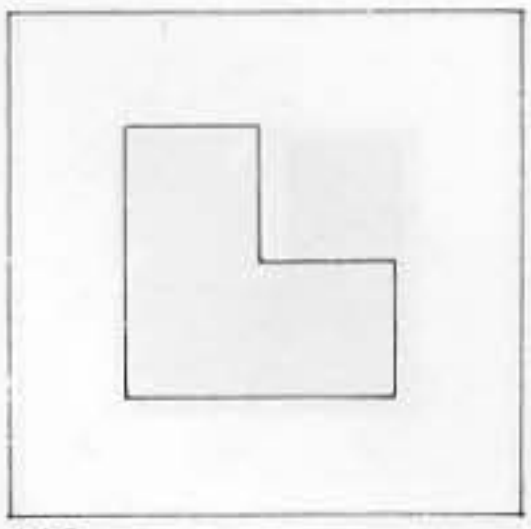
Las ilustraciones de las páginas que siguen presentan una gran variedad de formas en L (fig. 215).

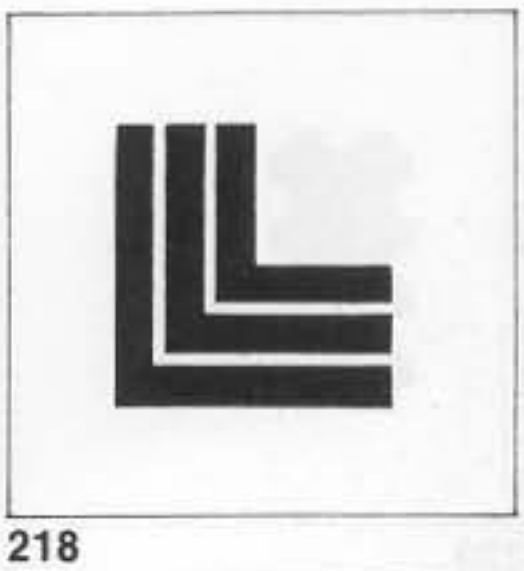
Variación interna

Una manera de cambiar una figura es cambiar su área interna de una superficie lisa (fig. 215) a un espacio vacío. La forma puede tener un contorno fino o grueso (figs. 216, 217).

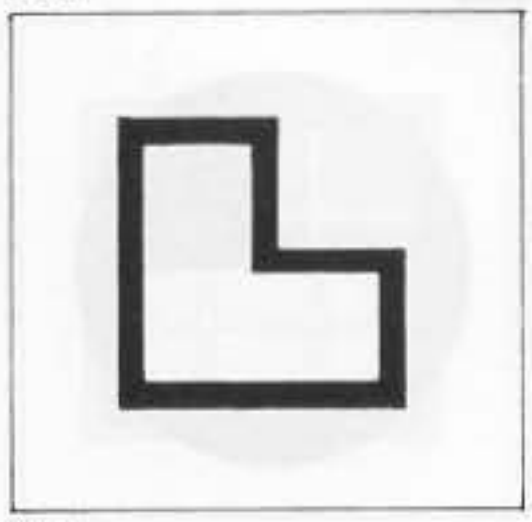
La forma puede partirse en dos o más bandas (fig. 218), cubiertas con una textura o dibujo (fig. 219), a modo de capas (fig. 220), o darle otros detalles (fig. 221).


215

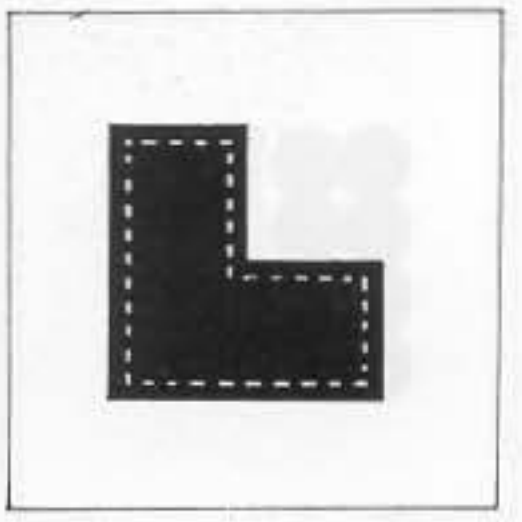

216


218

219


217

220


221

Variación externa

Las dos maneras básicas de variar externamente una forma son la variación de vértices (fig. 222) y de contorno (fig. 223).

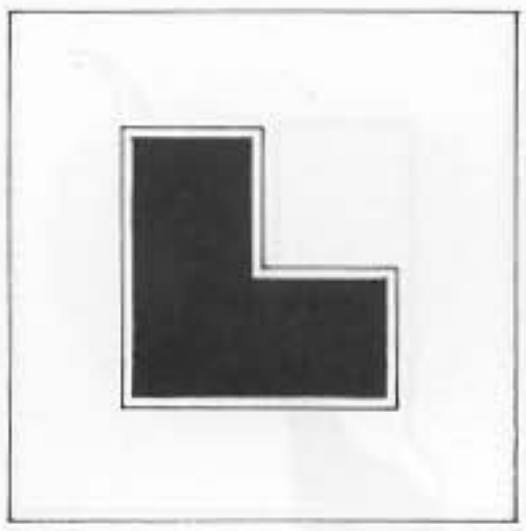
A veces, las variaciones internas conducen a variaciones externas, y a la inversa. Las variaciones externas e internas combinadas producen interesantes resultados (figs. 224, 225).

Ampliación

Una figura puede ampliarse con un reborde o capas concéntricas (fig. 226). También se pueden usar como ampliaciones la creación de un marco con un cierto contorno (fig. 227), añadir otra figura que sirva de fondo (fig. 228), o introducir capas consecutivas (fig. 229).

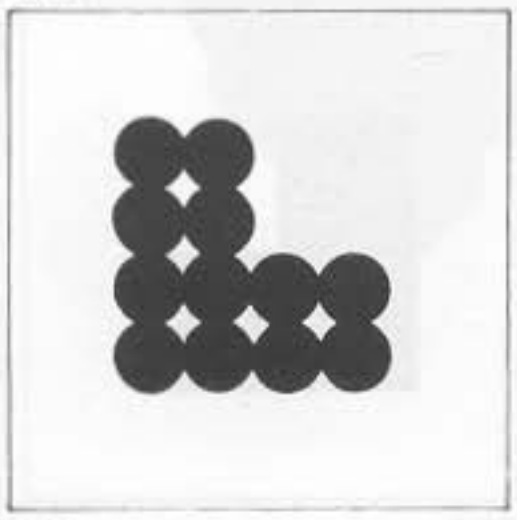
222

223



226

227



224

225

228

229

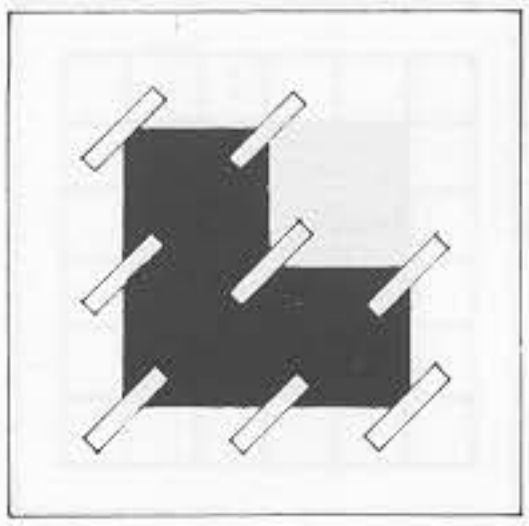
Superposición

A un forma dada se le pueden superponer otras formas sin desvirtuar su figura general (figs. 230-232).

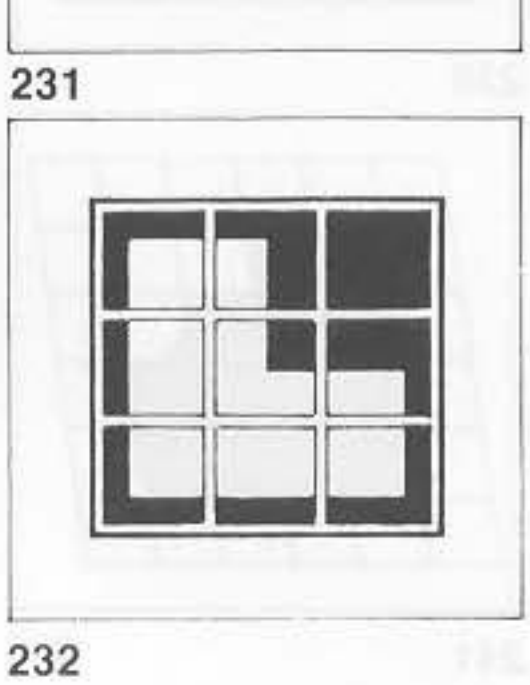
Transfiguración

Se puede *transfigurar* una forma cambiando una porción de la misma o toda entera por algo figurativo (figs. 233-235).

230

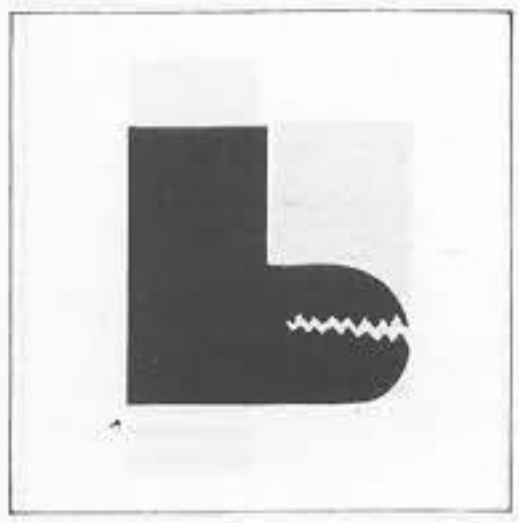


231

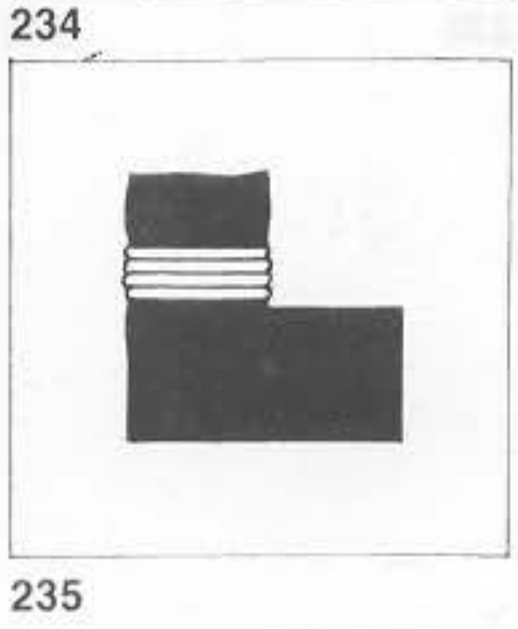


232

233



234



235

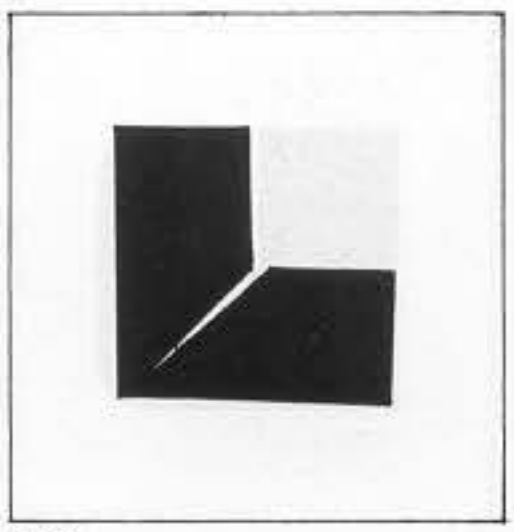
Dislocación

Se puede seccionar o romper una forma en dos o más partes que luego se dislocan (figs. 236-238).

Distorsión

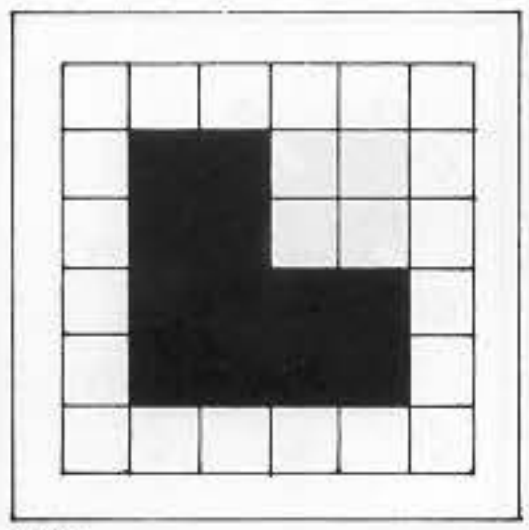
La manera más sencilla de distorsionar una forma es cambiar la proporción entre su altura y su anchura. Esto se puede efectuar usando como guía una retícula rectangular superpuesta (fig. 239). Se dibuja luego otra retícula de menor altura o anchura estrechada para cartografiar la figura distorsionada (fig. 240).

La distorsión en diagonal, la circular o de cualquier otro tipo se pueden efectuar de forma similar (figs. 241, 242).

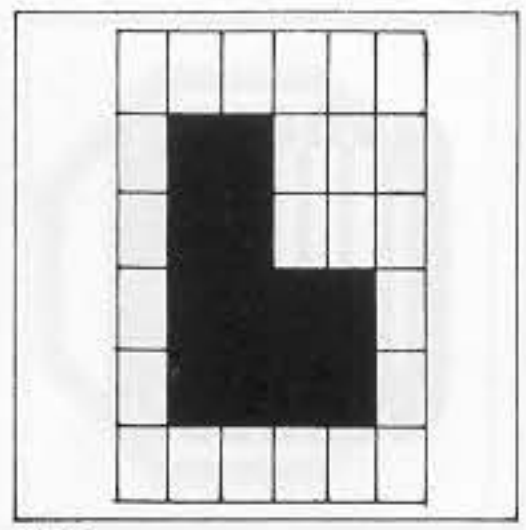


236

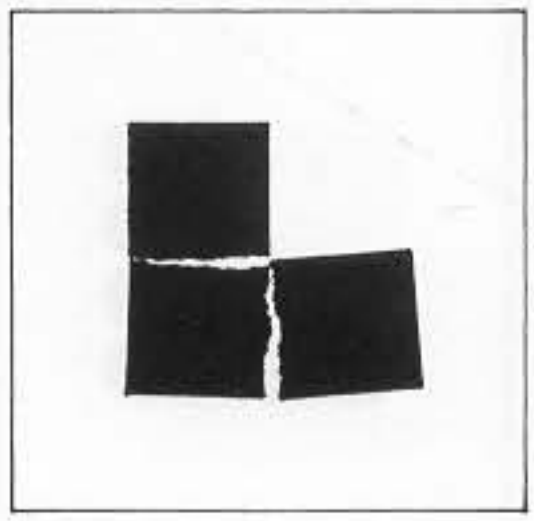
237



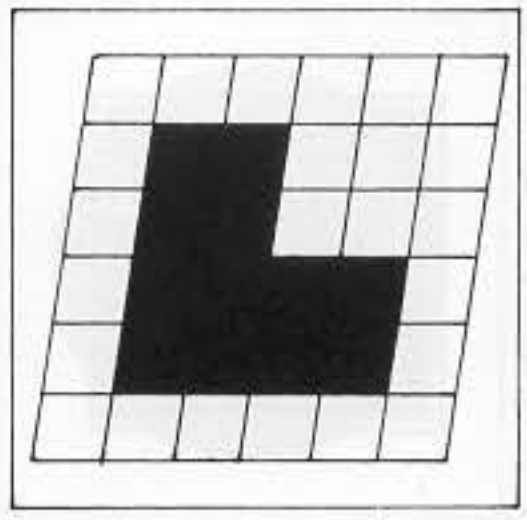
239



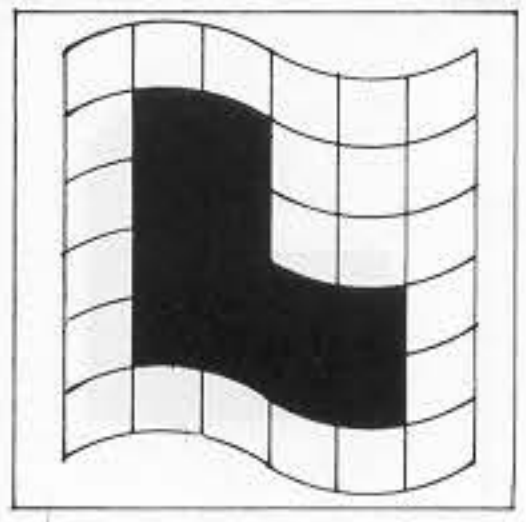
240



238



241



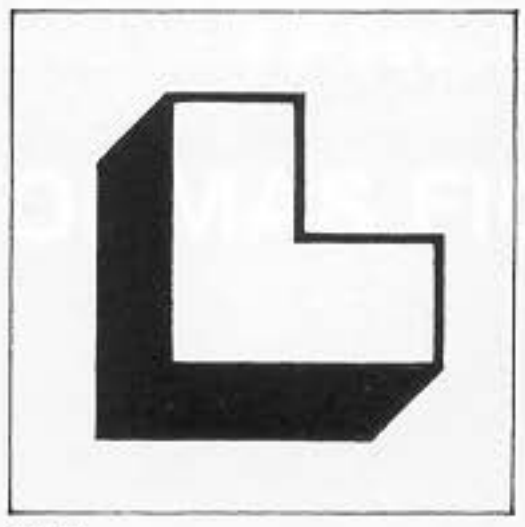
242

Manipulación tri-dimensional

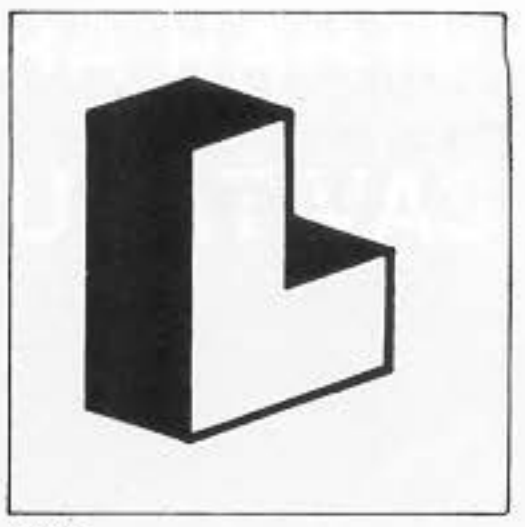
Se puede considerar una forma como un plano tri-dimensional que puede ser doblado, plegado o visto desde diferentes ángulos y distancias (figs. 243-246).

Cuando se le da grosor a la figura, ésta adquiere volumen (fig. 247). Se la puede girar en el espacio, mostrando un contorno distinto (fig. 248). También se le puede dar apariencia transparente (fig. 249).

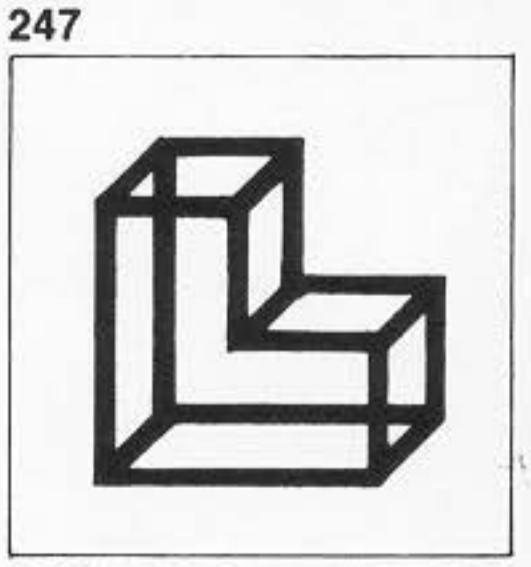
Se puede ampliar la figura de forma parecida a las sombras o los reflejos en el agua (fig. 250-252).



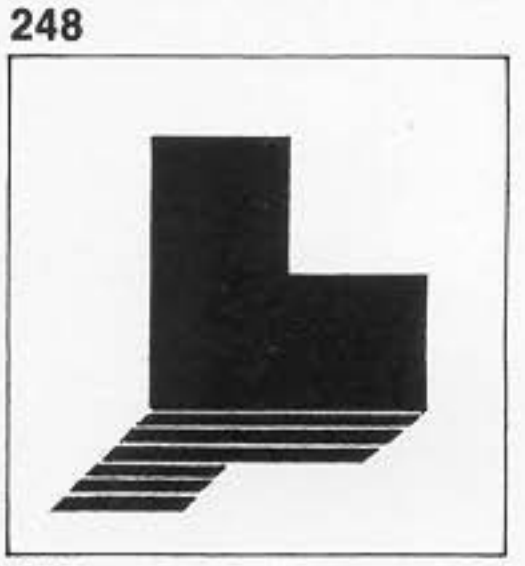
247



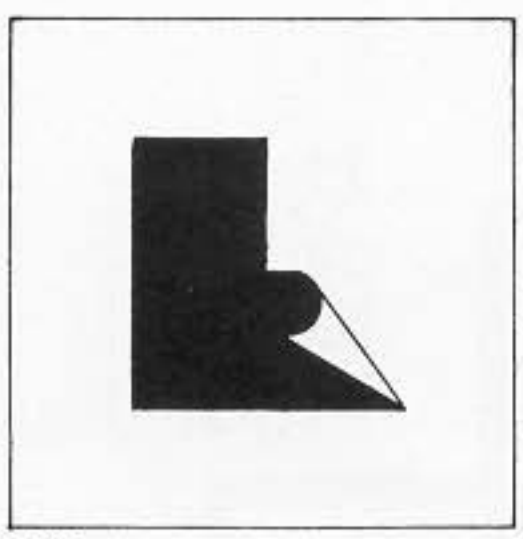
248



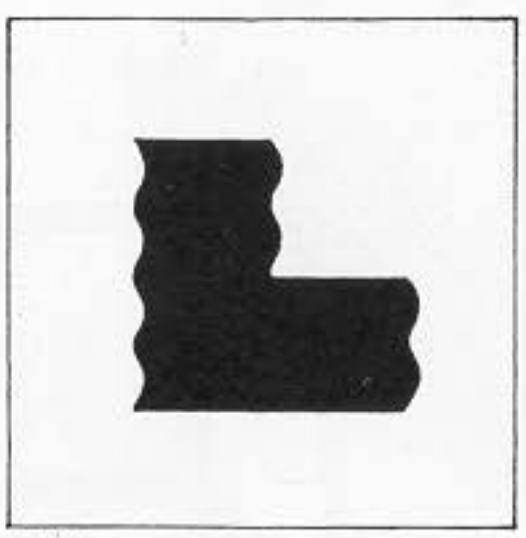
249



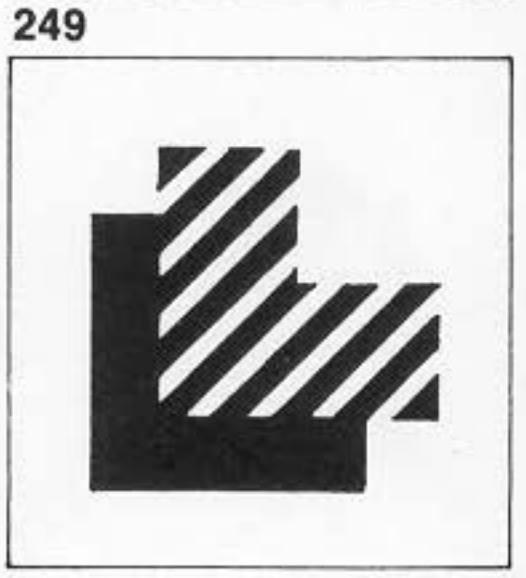
250



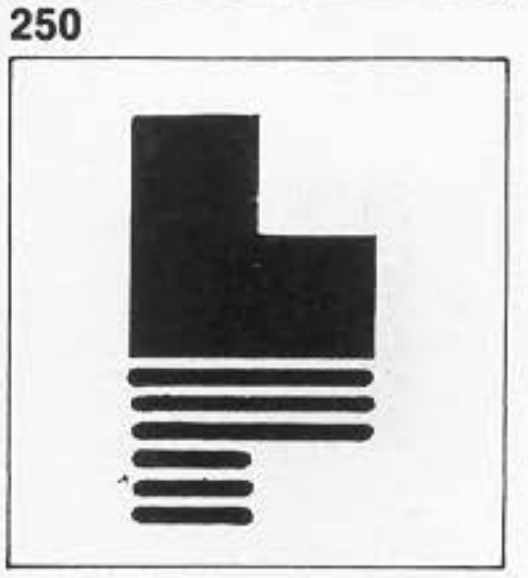
243



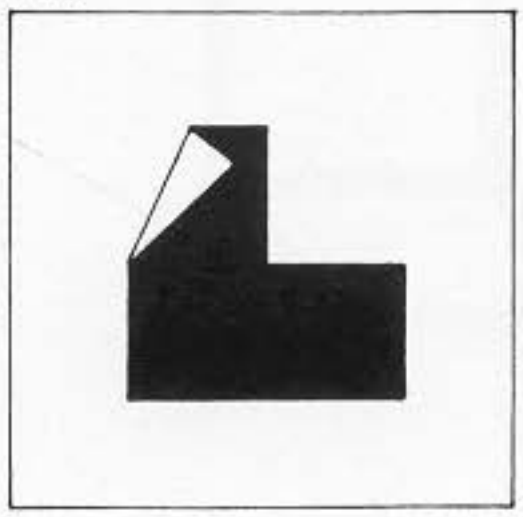
244



251



252



245

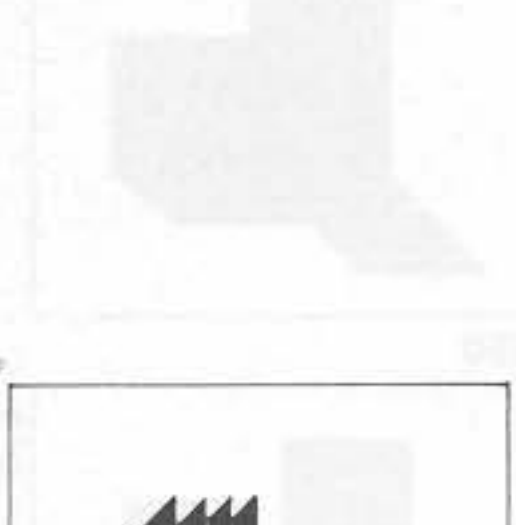
246

Evoluciones sucesivas

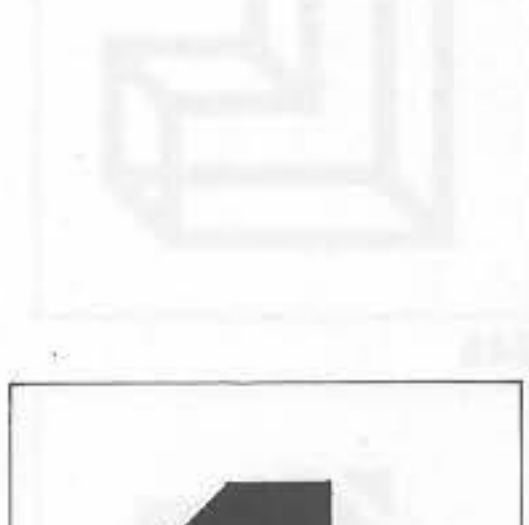
Se pueden combinar los métodos de desarrollar una forma mencionada anteriormente para producir muchas más configuraciones posibles (figs. 253-258).

253

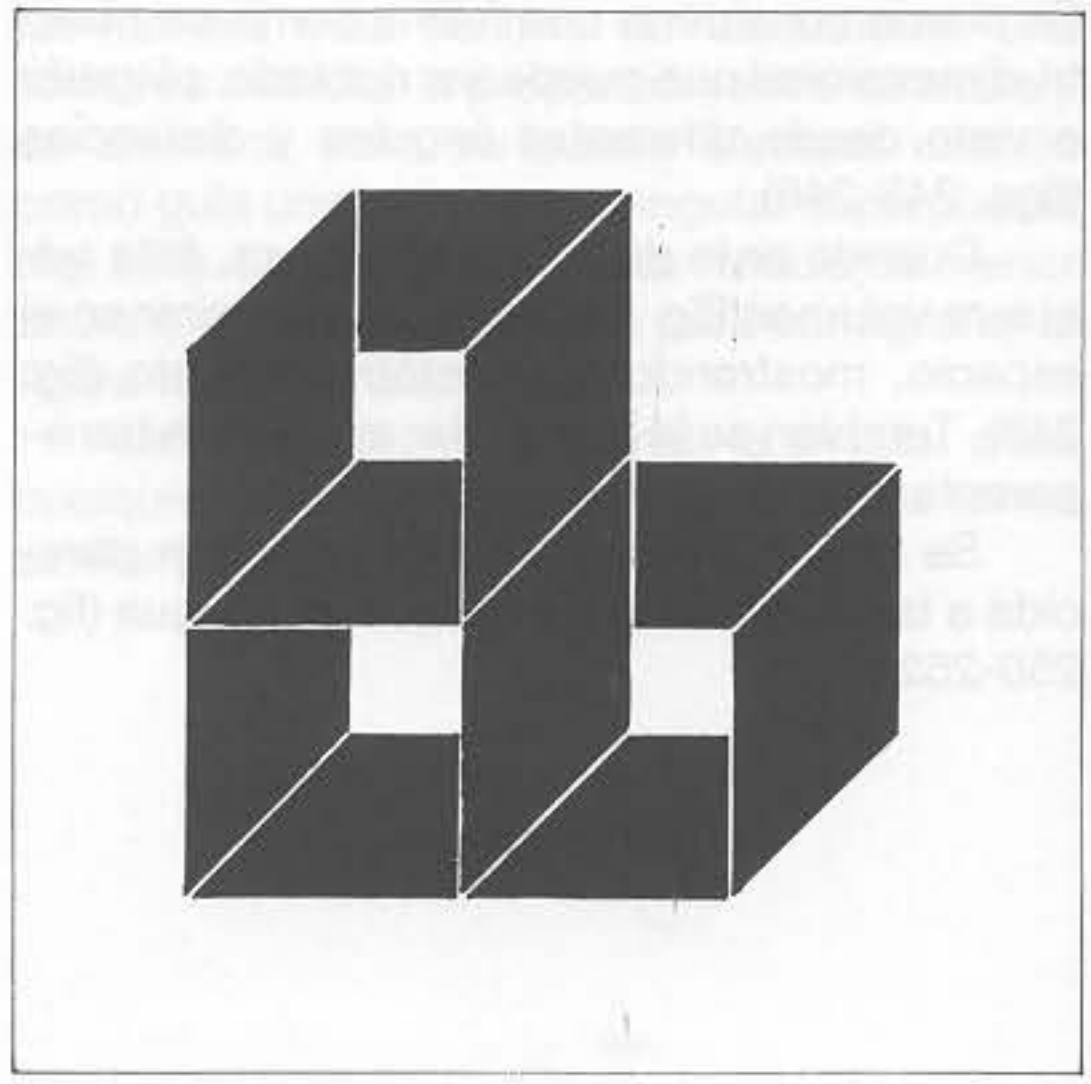
254



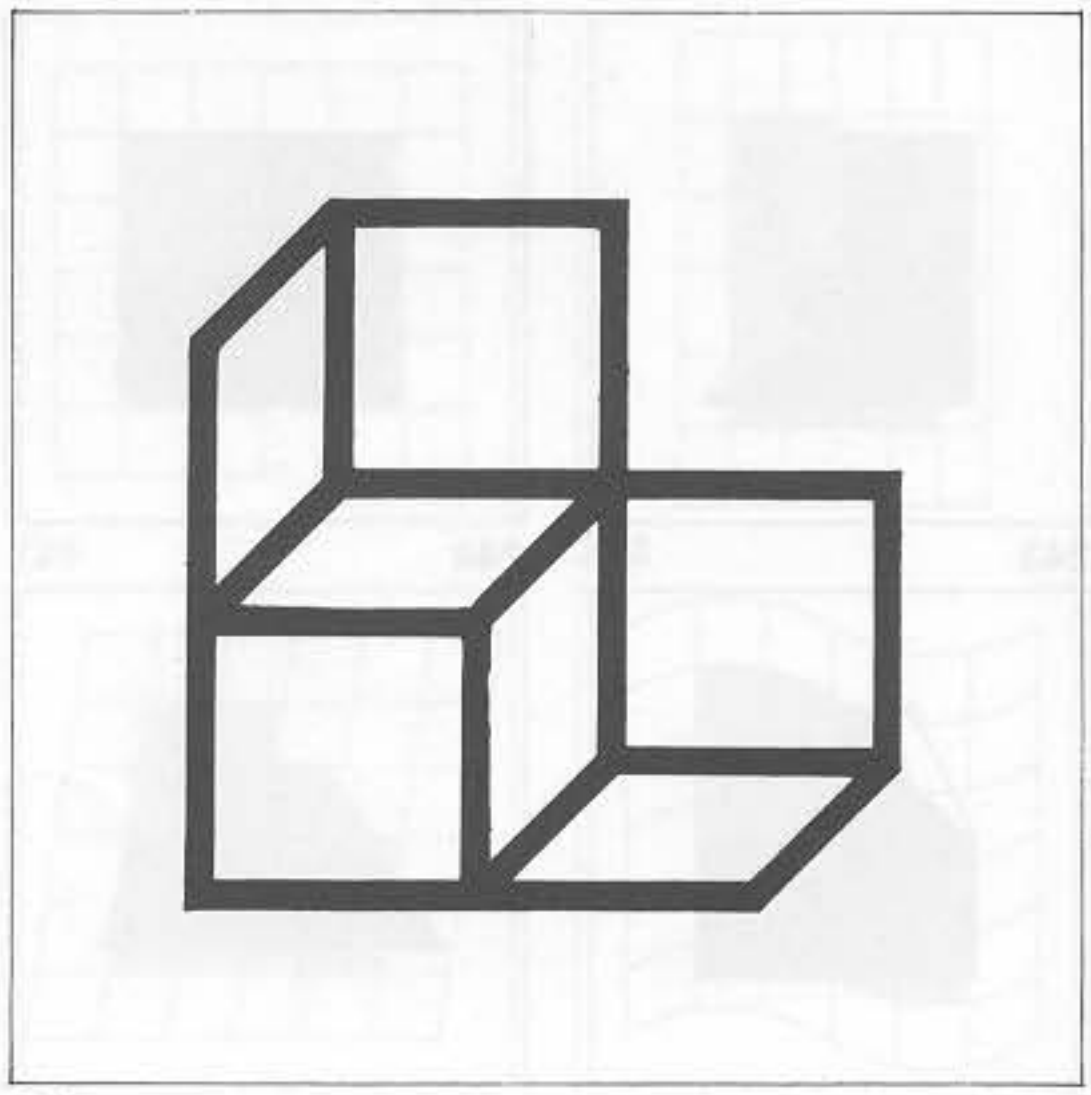
255



256



257



258

TERCERA PARTE
FORMAS FIGURATIVAS

FORMAS Y TEMAS

La mayoría de las formas figurativas captan las características básicas de las figuras y evitan los temas con detalles raros o menos familiares. Por ejemplo, una hoja puede realizarse como una figura que represente hojas de la mayoría de los árboles de hoja caduca, o como la figura que represente un árbol determinado. Sin embargo, es raro que se escoja una hoja de una forma extraña como tema de diseño.

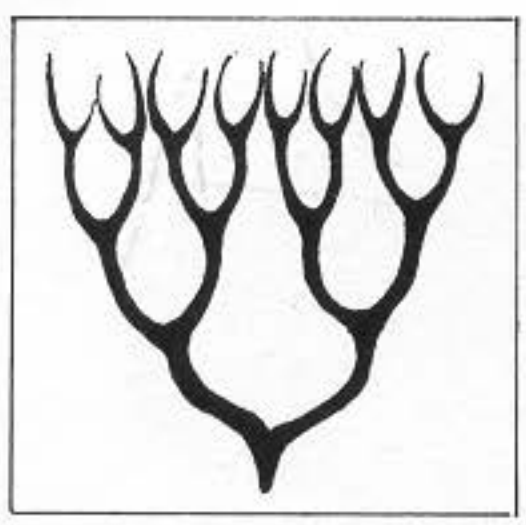
En la Segunda Parte se han sugerido varias maneras de diseñar una forma, que pueden aplicarse al diseño de formas figurativas. Primero se debe decidir si se va a presentar una forma como una figura geométrica o como una figura orgánica, y en qué medida puede ser abstracta sin dejar de satisfacer los objetivos del diseño. A menudo es deseable una investigación preliminar sobre un colectivo de especímenes, a fin de comparar sus particularidades para extraer de ellas las características generales. Es necesario dibujar uno o dos especímenes seleccionados para conseguir un comprensión exhaustiva del tema.

Observación de las formas naturales

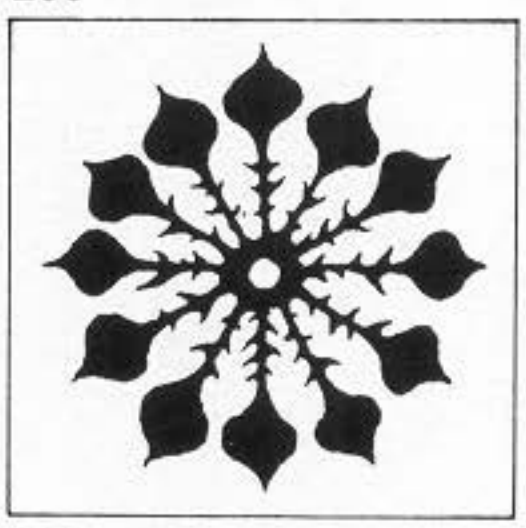
Las formas naturales son variadas, pero poseen las mismas características estructurales básicas determinadas por leyes naturales que rigen su crecimiento. Es útil observar e identificar las fuerzas del entorno que afectan las figuras de las formas naturales. Hay que examinar luego las figuras de los componentes de las formas naturales y su funcionamiento estructural conjunto.

259

260



261



262

Ramificaciones y abanicos

Una característica común de la estructura de las plantas y los animales es la existencia de una columna vertebral o figura columnar central con elementos que se *ramifican* bilateralmente (fig. 259) o en una disposición alternada (fig. 260). La ramificación también puede tomar la forma de subidivisión: un elemento se divide en dos, dos en cuatro y así sucesivamente (fig. 261).

Cuando se ramifican más de dos elementos, el resultado puede ser una disposición *en abanico*. El abanico puede abarcar los 360 grados, con elementos giratorios que salen de un punto central (fig. 262) o que rodean un gran centro abierto (fig. 263).

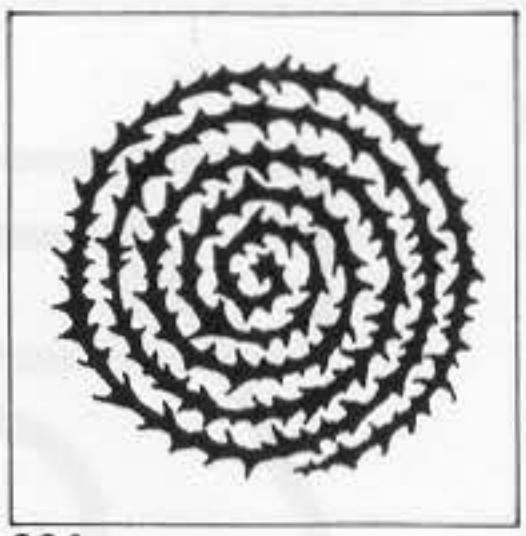
Espirales y ondulaciones

Las figuras lineales de la naturaleza pocas veces son lineales en el sentido geométrico. En la realidad, estas formas naturales se alabean ligera o pronunciadamente en una o más direcciones.

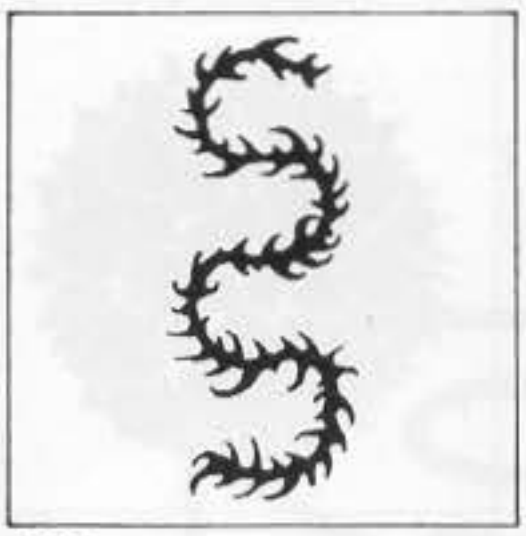
Si una forma lineal se comporta como una curva en C, arrollándose alrededor de un centro en remolinos graduales, se forma una *espiral* (fig. 264). A base de sugerir las tres dimensiones se puede crear una figura cónica (fig. 265) o tubular (fig. 266).

Si se comporta como una curva en S, se producen *ondulaciones* amplias o estrechas (figs. 267, 268). Las ondulaciones pueden formar una figura acanalada o encadenarse para sugerir una tercera dimensión (figs. 269, 270).

263



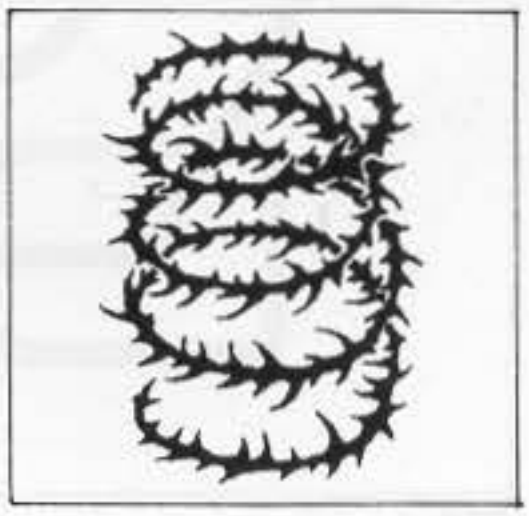
264



267

268

265



266

269

270

Afinidad y unidad

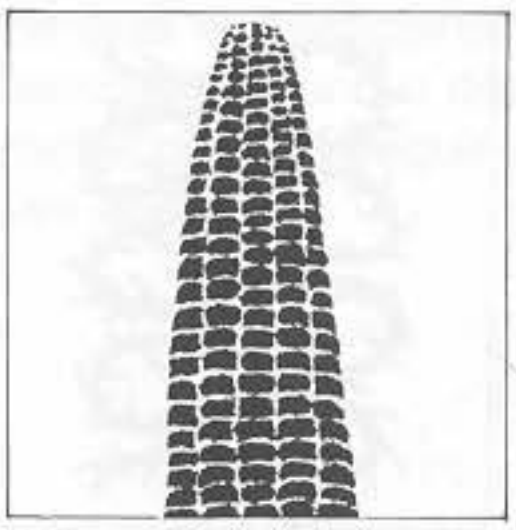
Los elementos que pertenecen a una forma natural determinada —células, secciones o capas que forman una superficie— normalmente muestran *afinidad* (figs. 271, 272). Estos elementos no son repeticiones estrictas, sino que varían individual o progresivamente para conformarse en una figura y estructura conjuntas. Puede tratarse de varios tipos de elementos, con afinidad entre elementos de los diferentes tipos.

La afinidad determina la *unidad*. La unidad queda también establecida por el hecho de disponer los elementos juntos en forma apretada (fig. 273). Las transiciones crean una suave continuidad entre los elementos (fig. 274).

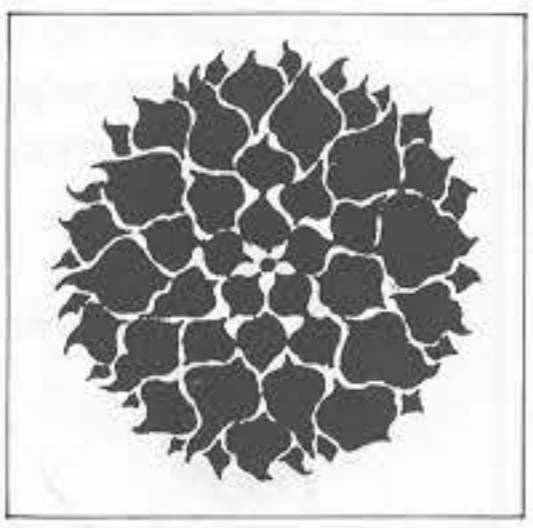
Observación de formas artificiales

Las formas artificiales se elaboran con herramientas manuales o se manufacturan con máquinas. Por regla general las herramientas y máquinas son aptas para crear rectas, superficies planas, ángulos rectos, círculos y cilindros. Esto explica por qué la mayoría de las formas artificiales muestran una configuración geométrica. Las formas orgánicas se introducen a veces como decoración o por razones ergonómicas.

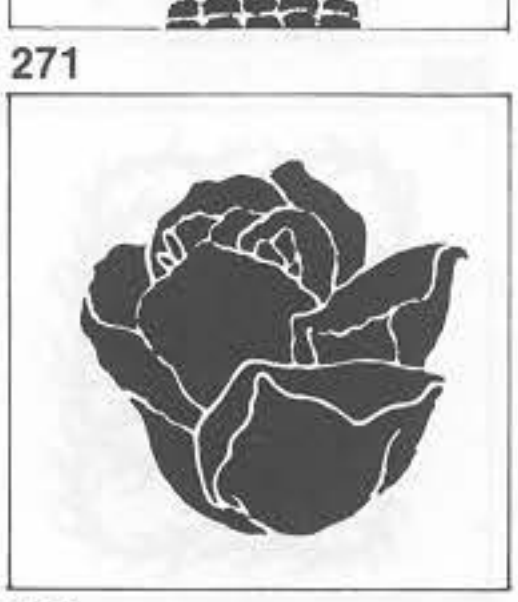
La naturaleza de estos materiales y el conjunto de sus partes son consideraciones importantes al observar una forma artificial. También es importante estudiar la forma desde distintos puntos de observación.



271

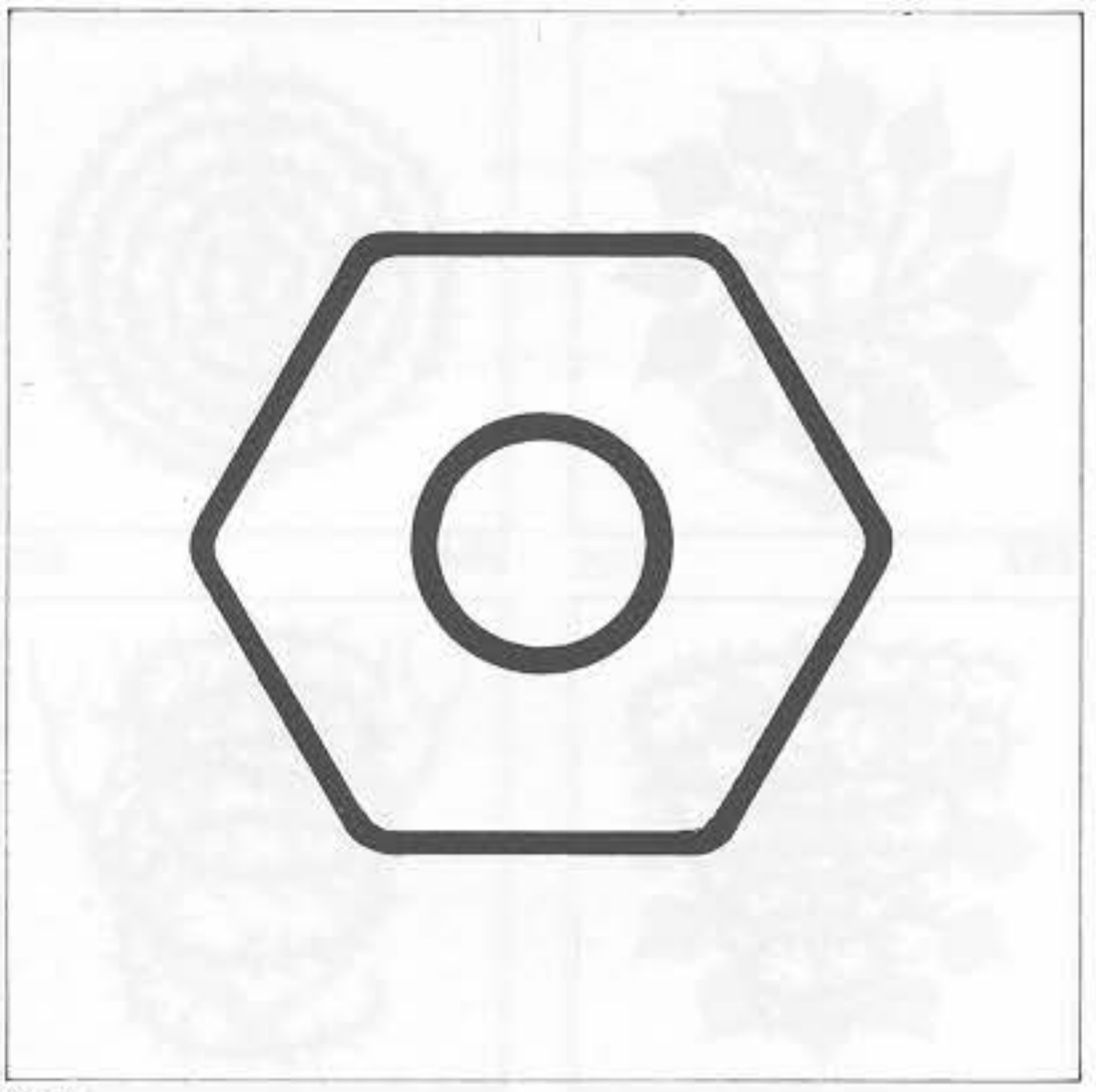


272



273

274



275

Los materiales y la unión de las piezas

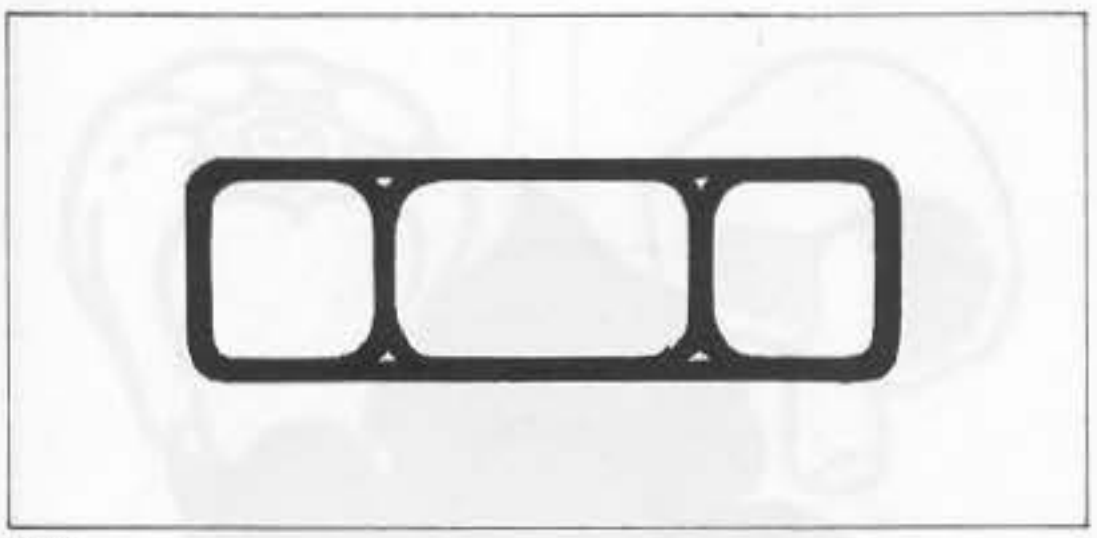
Los materiales pueden ser finas chapas o masas macizas, duros o blandos, transparentes u opacos, ligeros o pesados. Los materiales usados para fabricar formas artificiales pueden ser de una sola pieza o pueden ser piezas que se unen.

Las piezas se pueden unir encajándolas, atándolas o juntándolas con muelles, pivotes o bisagras, que permiten el movimiento.

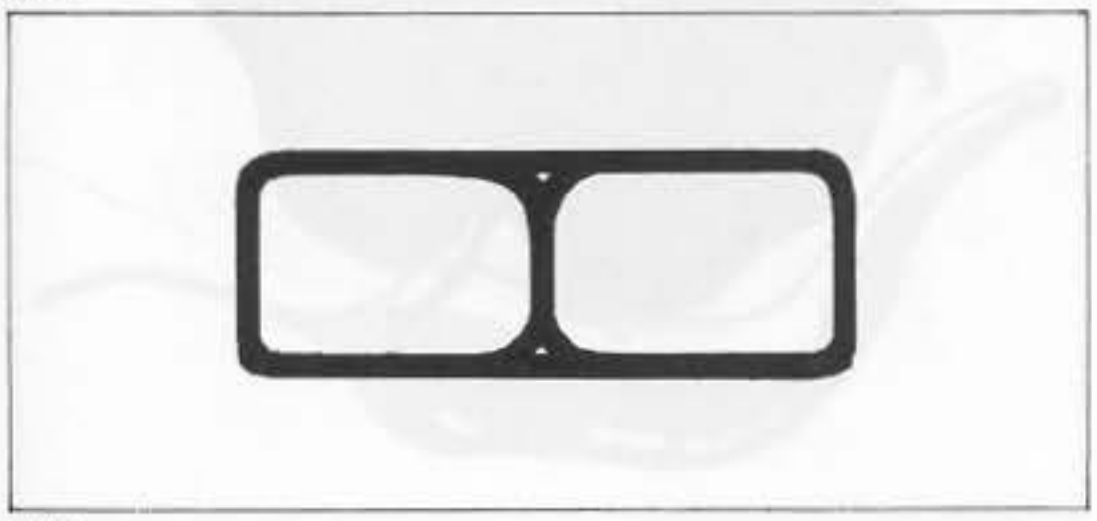
Plantas, alzados y perspectivas

Las formas geométricas a menudo se conciben como dibujos en *planta* y *alzado*. Mirando la forma desde arriba se determina su planta (fig. 275). Las vistas frontal y laterales establecen los alzados (figs. 276, 277). Los dibujos en planta y alzado son las formas básicas de visualizar una forma artificial.

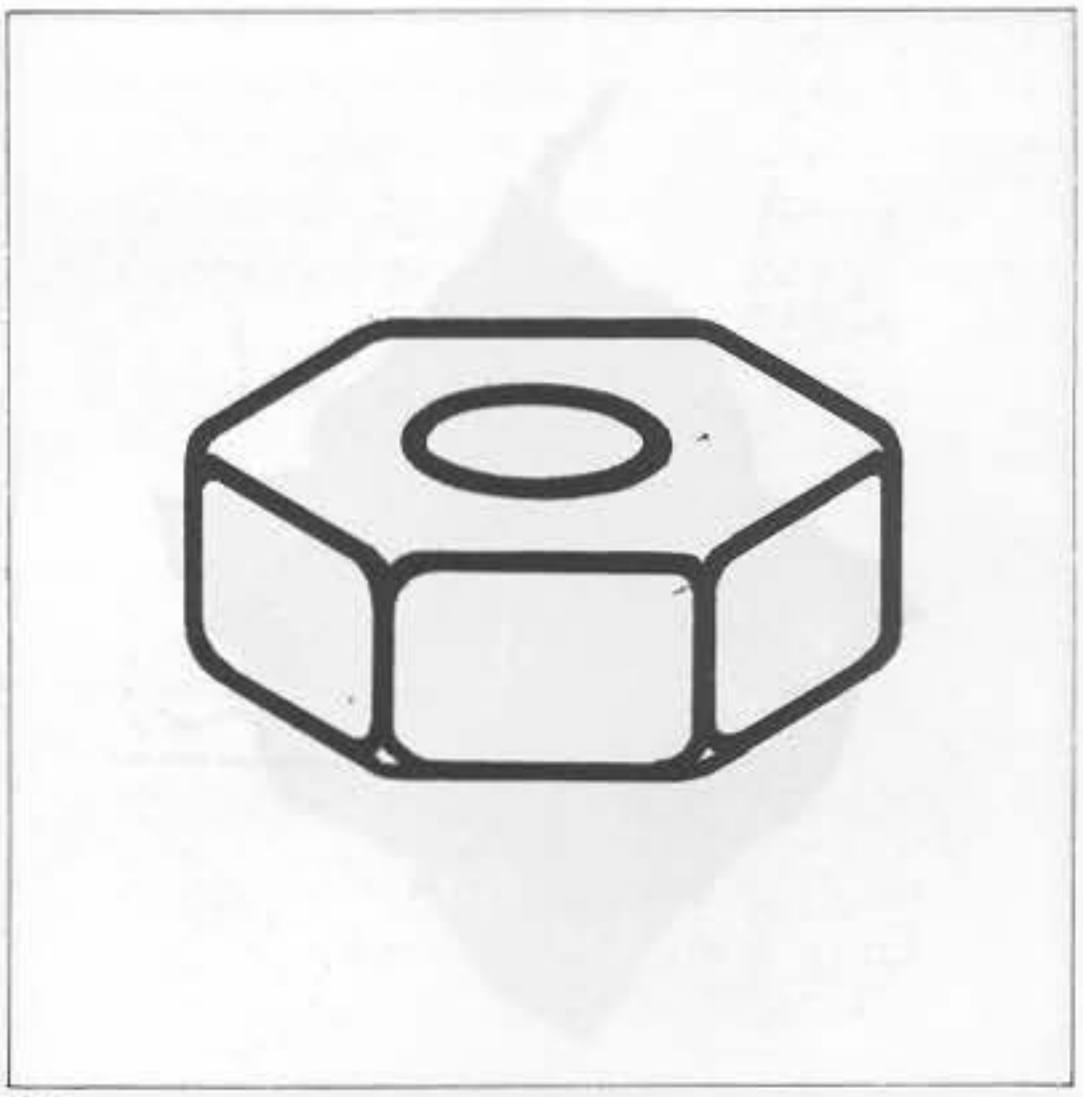
La forma también puede estudiarse desde otros puntos de observación, o *perspectivas* (fig. 278). Debe observarse que la mayoría de los planos se distorsionan al verse en perspectiva.



276



277



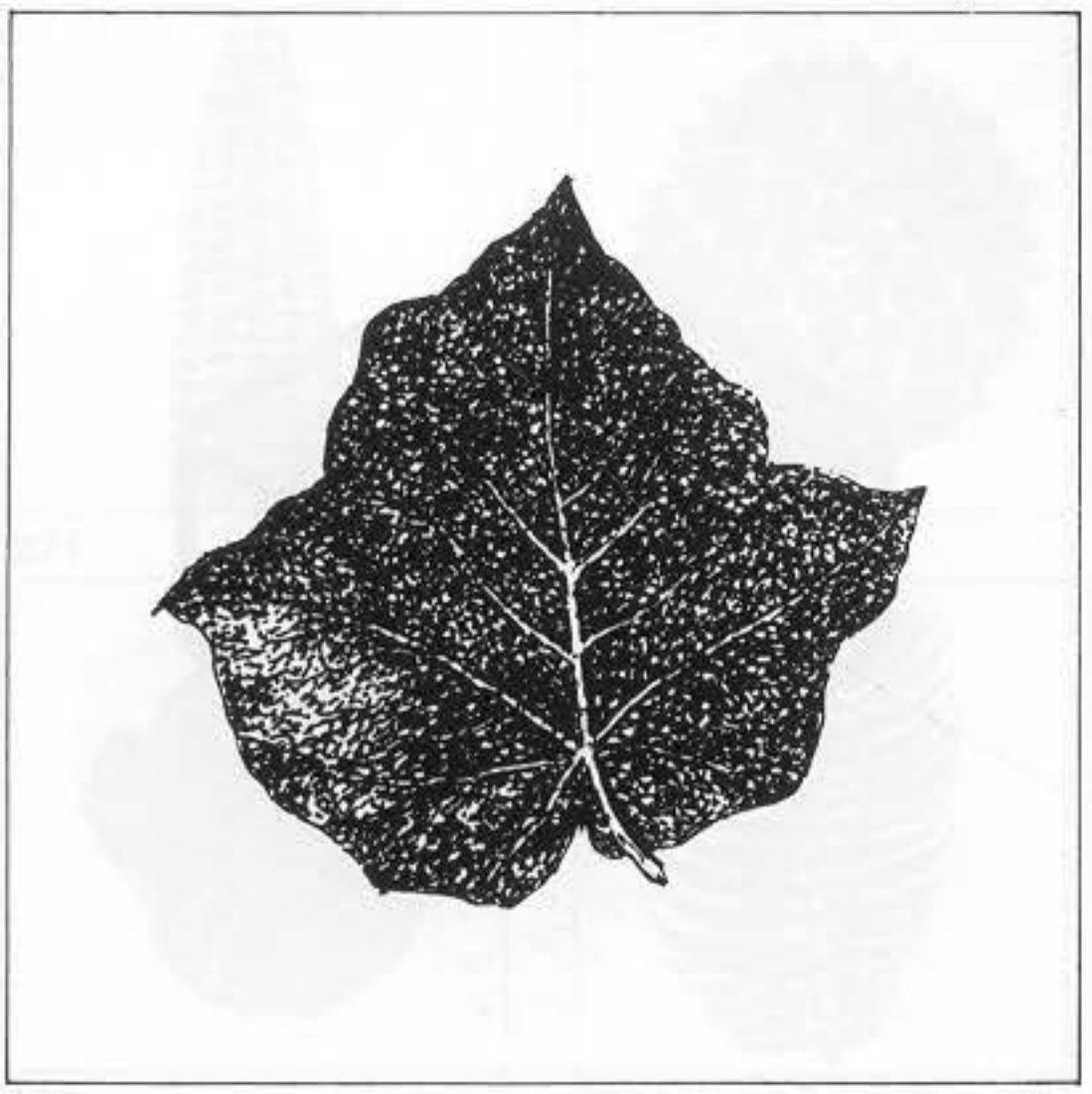
278

COMPOSICIONES INDEPENDIENTES

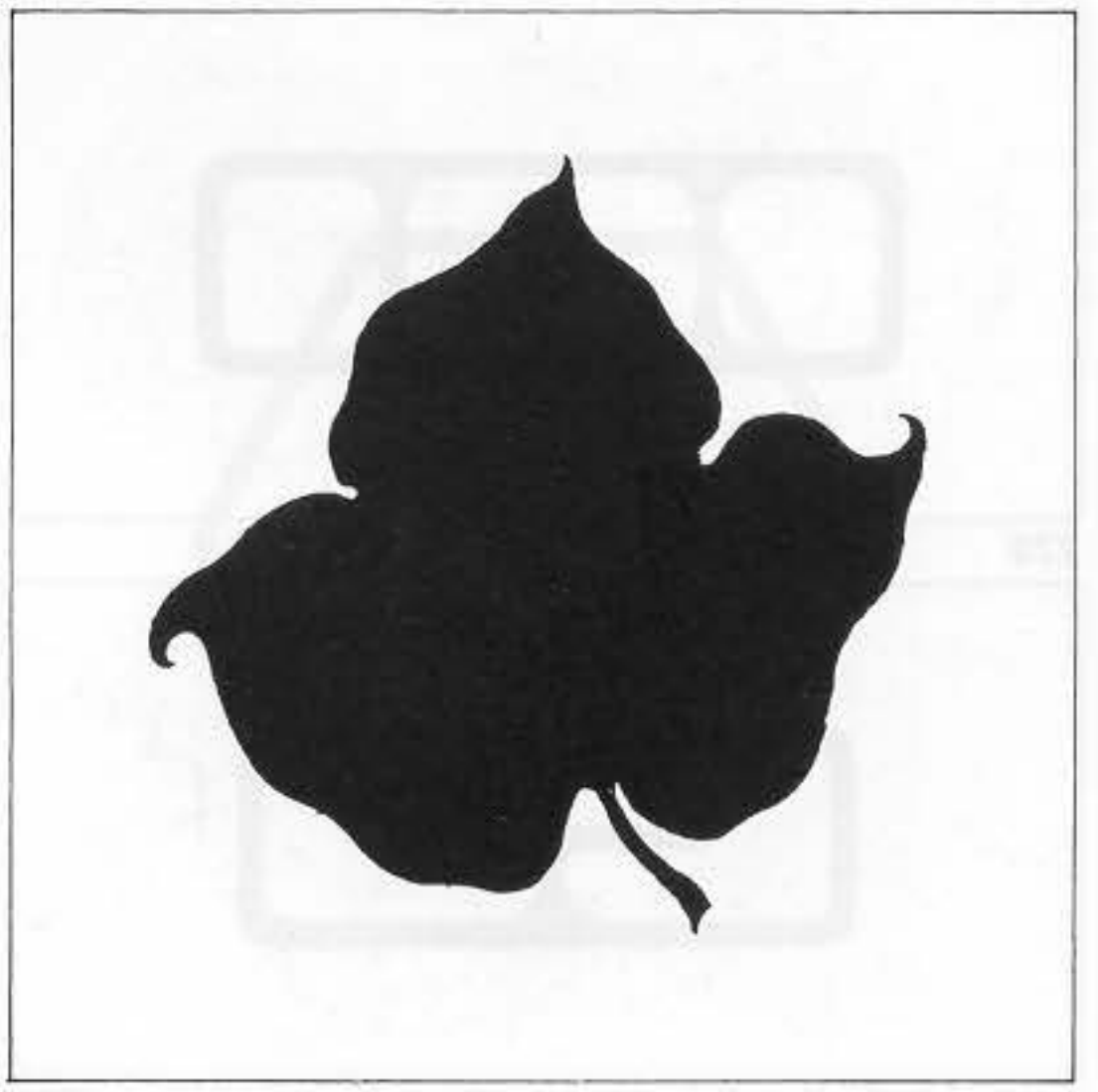
El diseño de formas figurativas puede empezar con una serie de composiciones independientes —formas singulares, formas múltiples y compuestas que se confeccionan sin un marco de referencia—. Éstas pueden quedar contenidas luego dentro de marcos de referencia específicos que ayudan a definir las relaciones espaciales.

Creación de formas simples

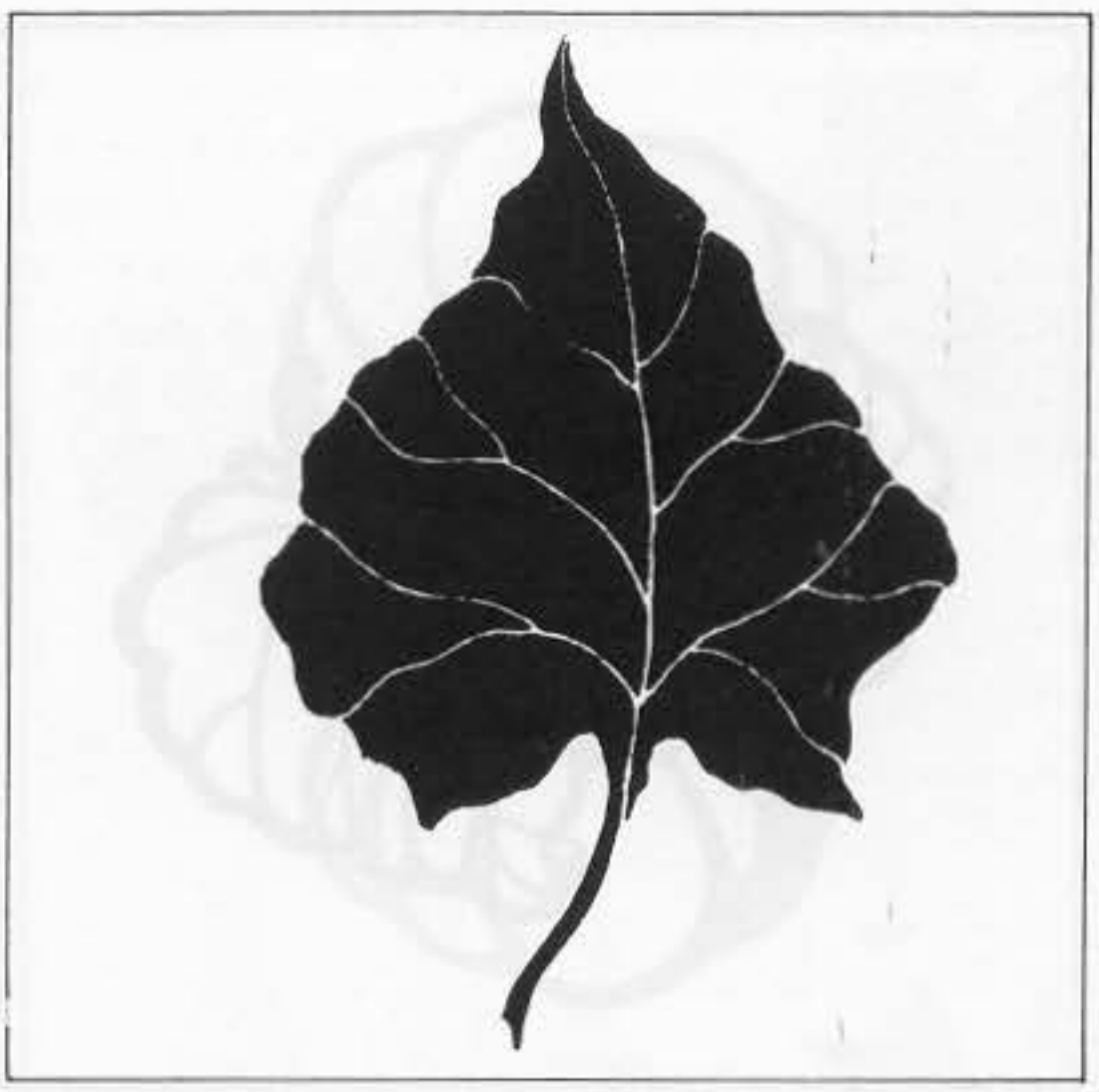
Para crear una *forma simple*, el tema escogido se estudia primero desde diferentes puntos de vista con dibujos y croquis. Se selecciona un dibujo (fig. 279) y se lo usa como base del desarrollo del diseño. Se toma en consideración los aspectos estéticos a la vez que los comunicativos. La forma singular se puede visualizar como un plano liso (fig. 280), como planos que muestran detalles (fig. 281), líneas (fig. 283), combinación de líneas y superficies (figs. 282, 284, 285) o una figura texturada (fig. 286).



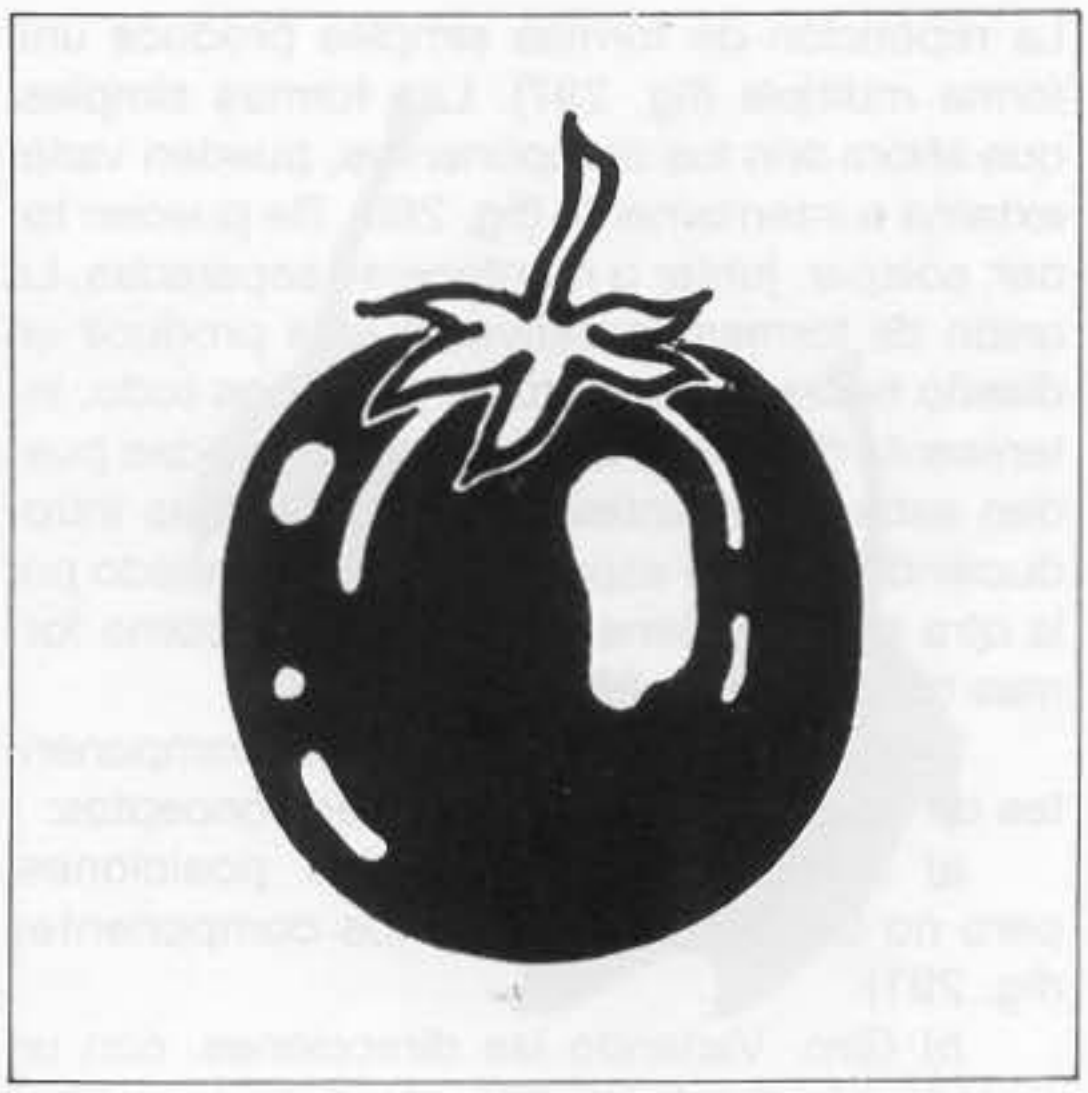
279



280



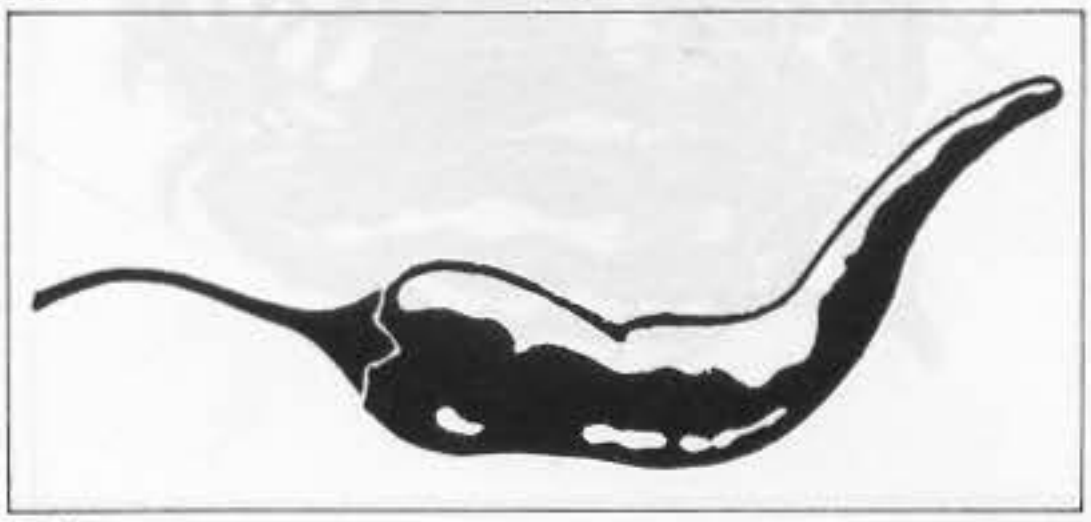
281



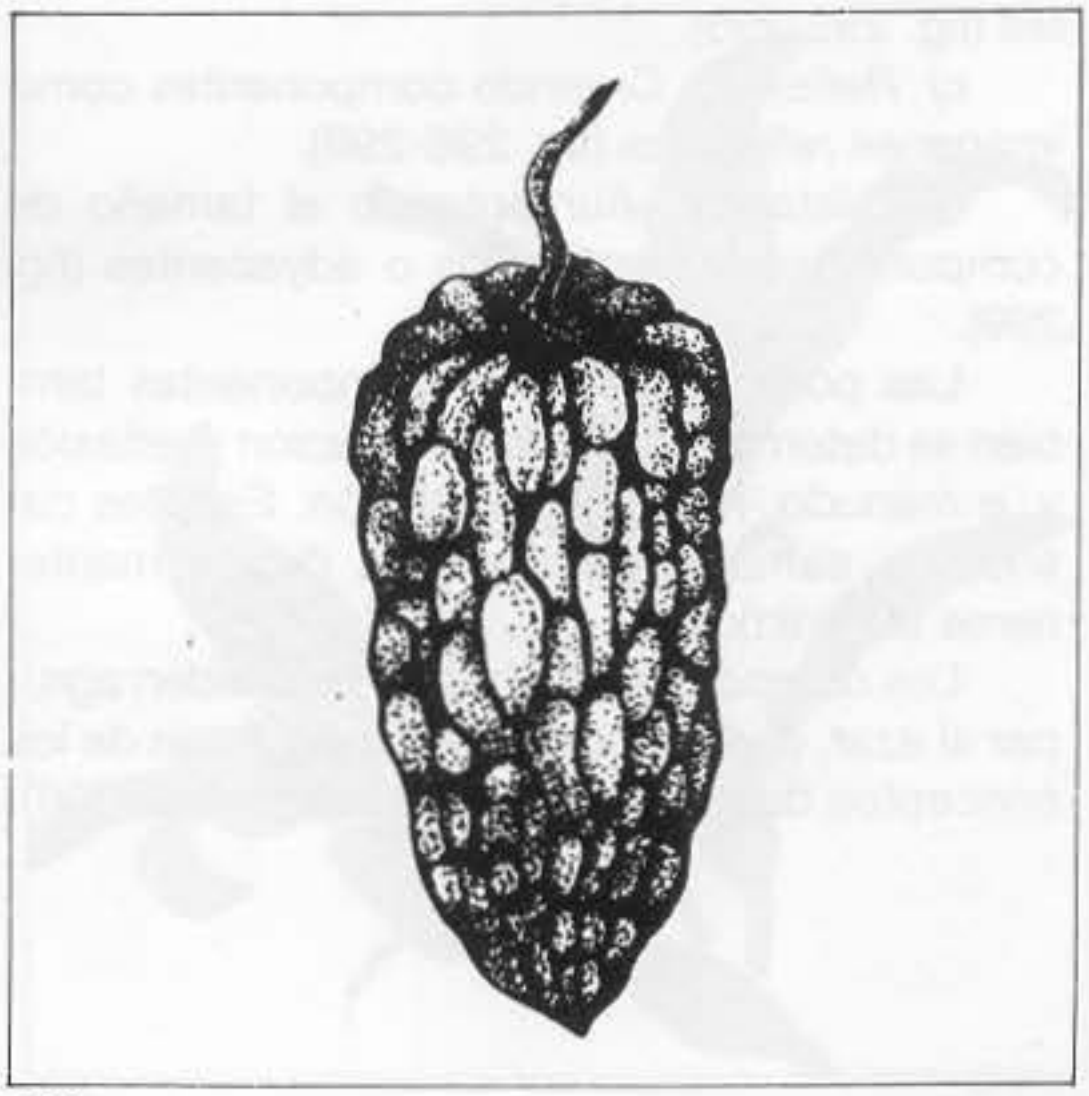
282

283

284



285



286

Creación de formas múltiples

La repetición de formas simples produce una *forma múltiple* (fig. 287). Las formas simples, que ahora son los componentes, pueden variar externa e internamente (fig. 288). Se pueden tocar, solapar, juntar o mantenerse separadas. La unión de formas figurativas puede producir un diseño bastante antinatural, pero, con todo, interesante (fig. 290). Las formas separadas pueden estar adyacentes, con una de ellas introduciéndose en el espacio medio delimitado por la otra si se las tiene que considerar como formas múltiples (fig. 290).

Se pueden disponer dos o más componentes de acuerdo con los siguientes conceptos:

a) Traslación. Variando las posiciones, pero no las direcciones, de los componentes (fig. 291).

b) Giro. Variando las direcciones, con un cambio mínimo de posición, de los componentes (fig. 292-295).

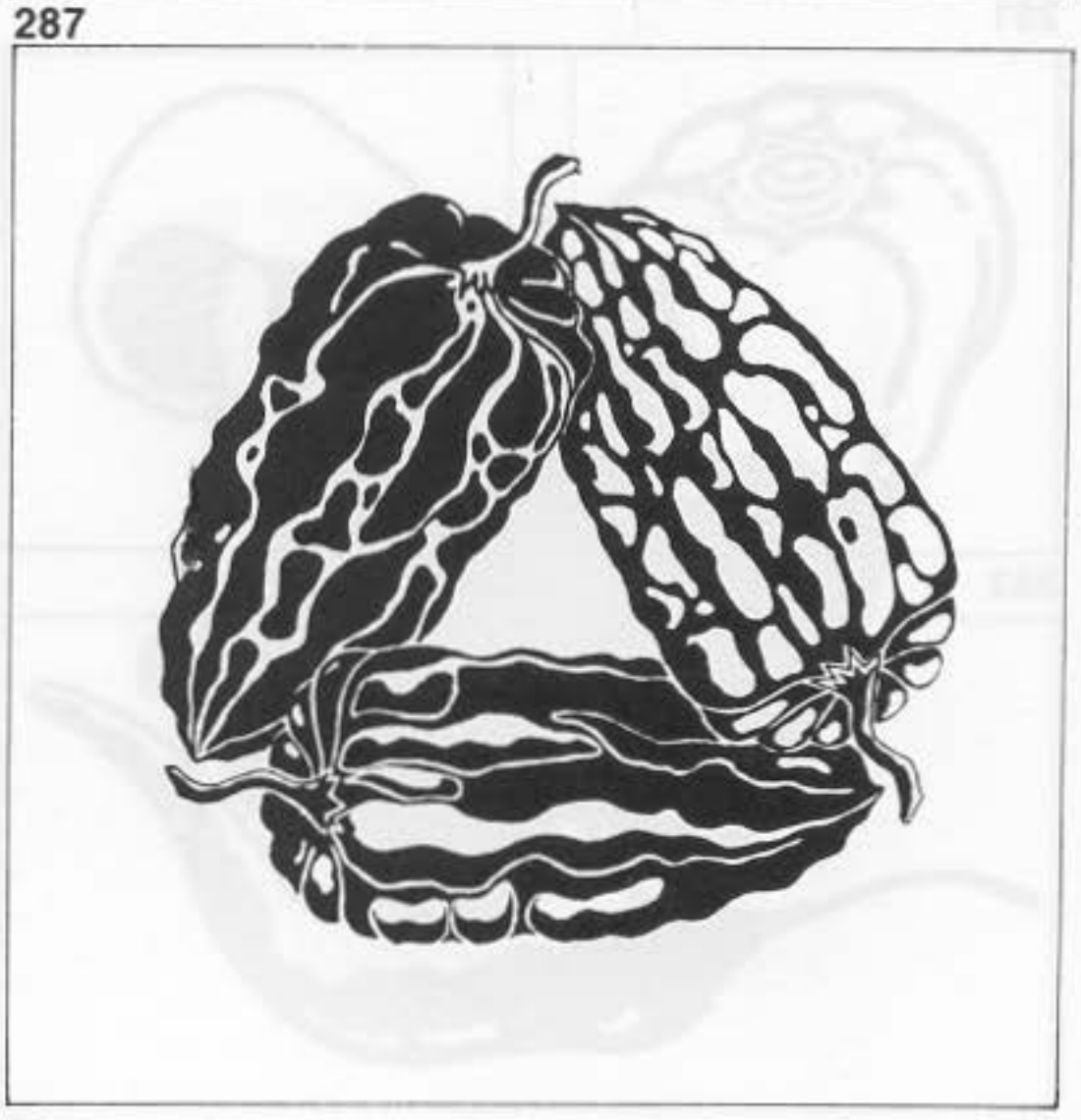
c) Reflexión. Creando componentes como imágenes reflejadas (fig. 296-298).

d) Dilatación. Aumentando el tamaño de componentes superpuestos o adyacentes (fig. 299).

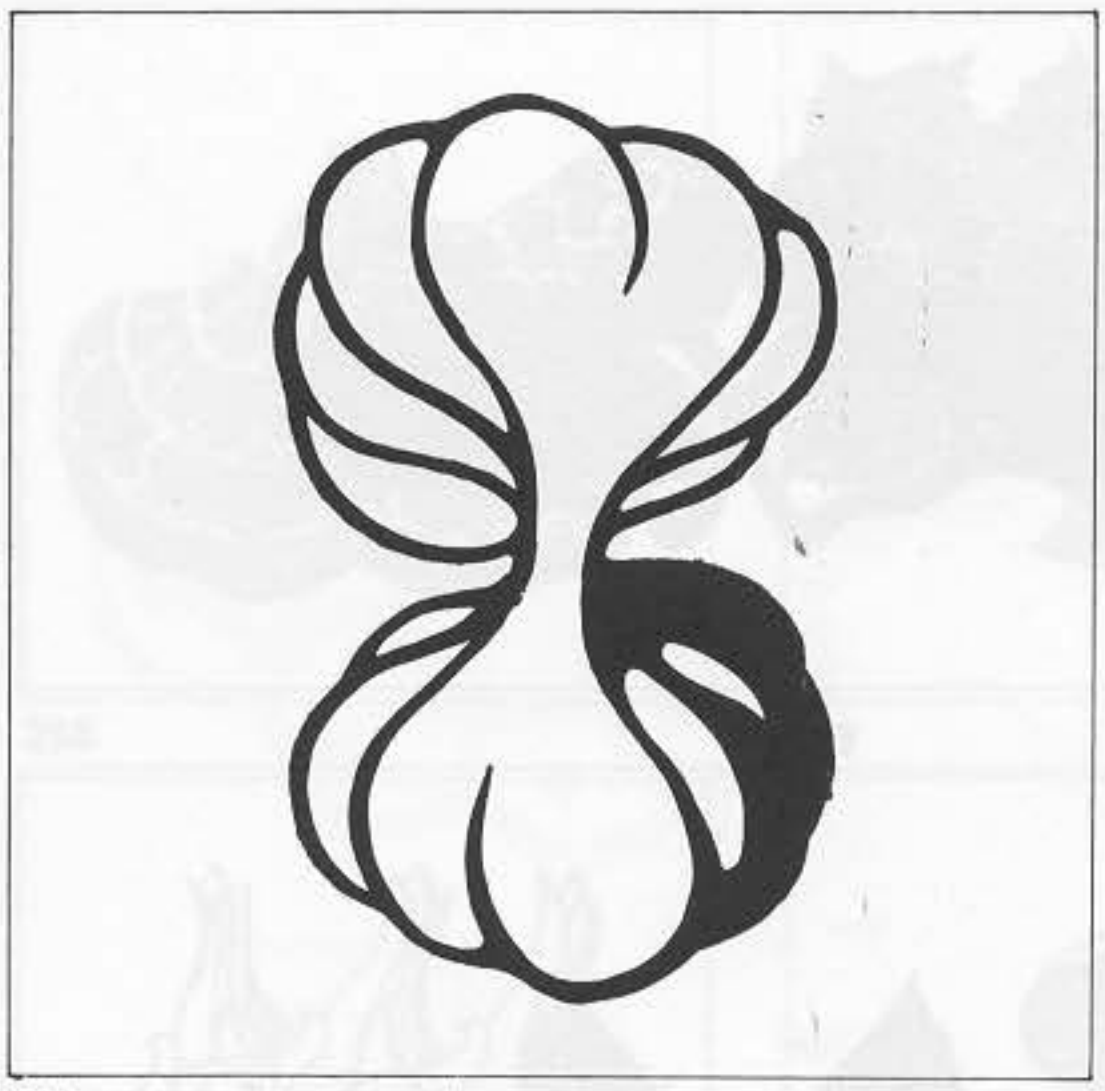
Las posiciones de los componentes también se determinan mediante rotación y reflexión y, a menudo, mediante dilatación. En tales casos, los cambios posicionales deben mantenerse al mínimo.

Los componentes también se pueden agrupar al azar, o utilizando una combinación de los conceptos descritos más arriba (figs. 300-306).

287



288



289

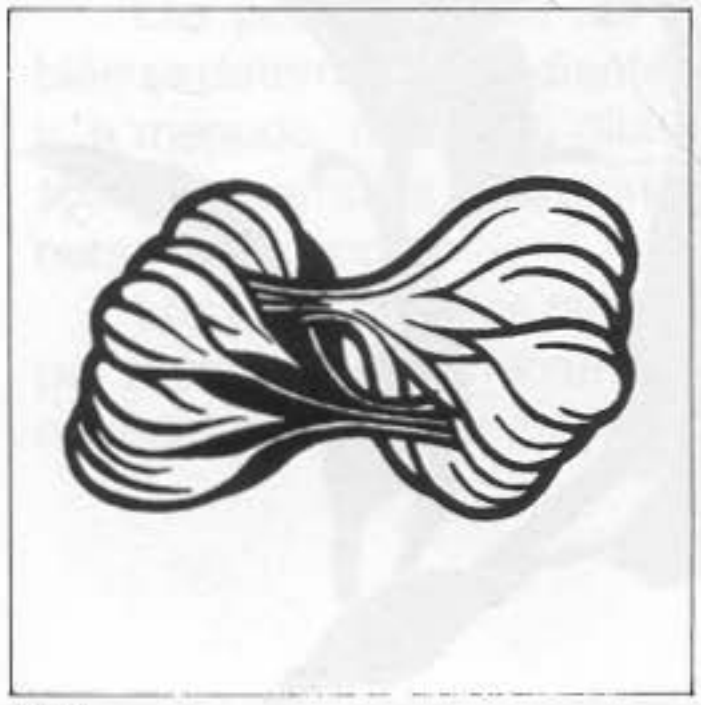
290

291

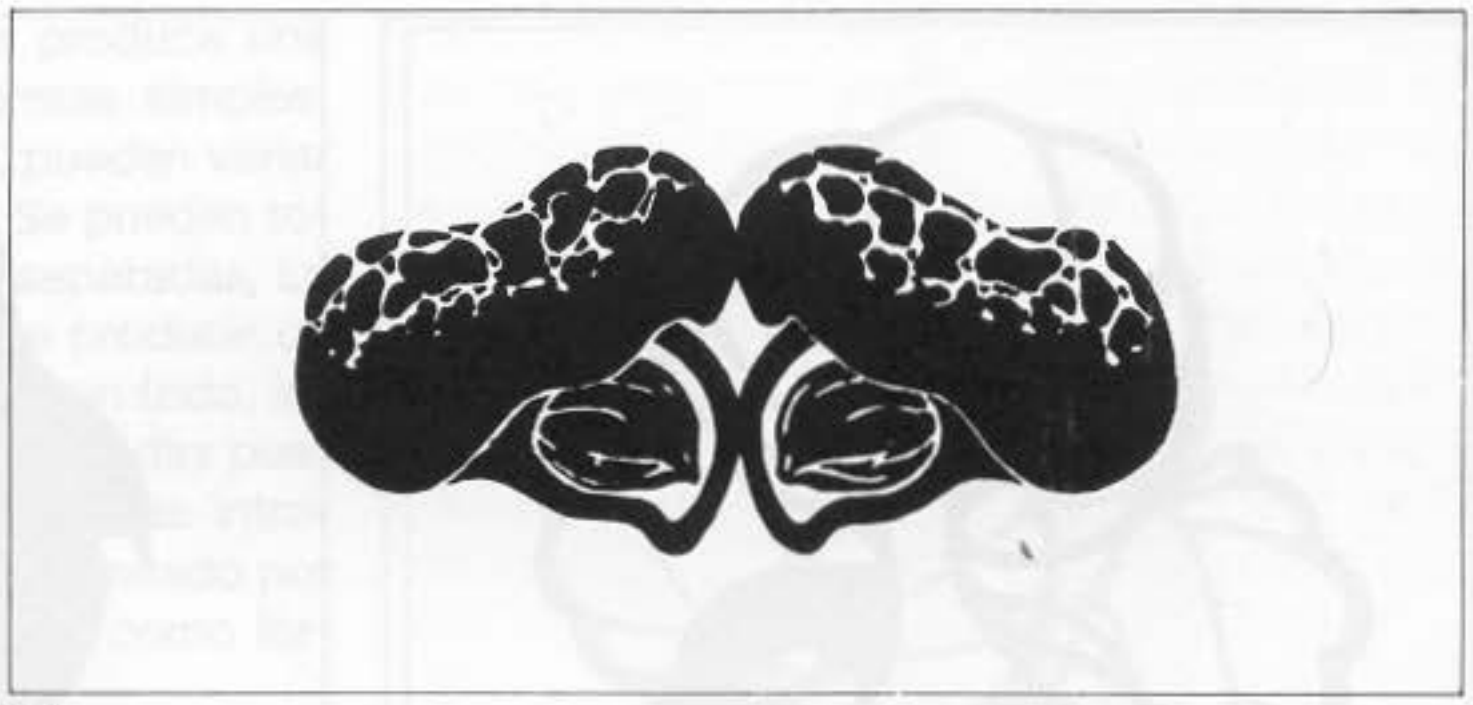
292

293

294

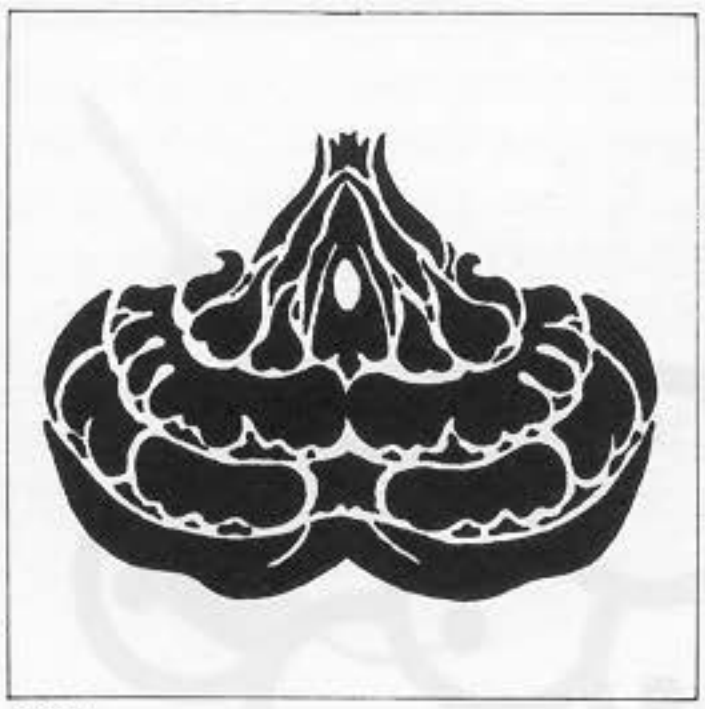


295



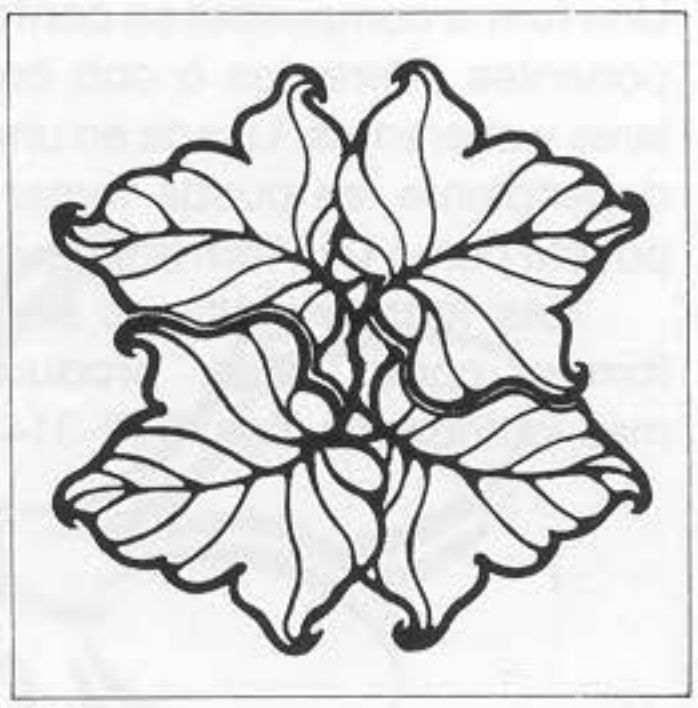
296

297

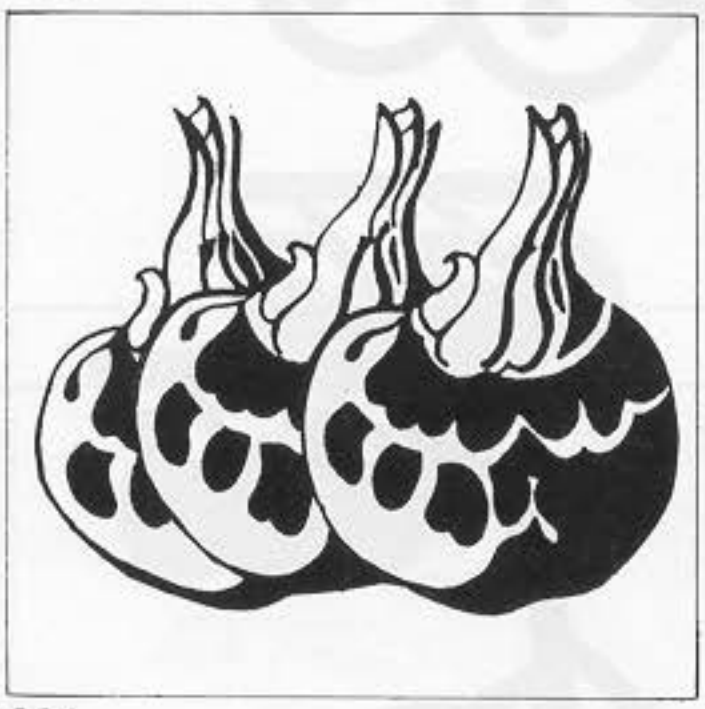


298

299

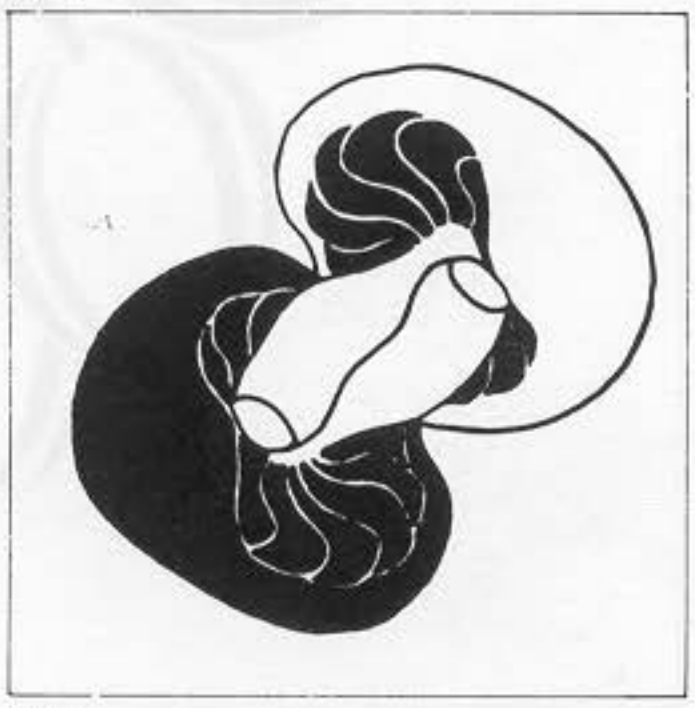


300

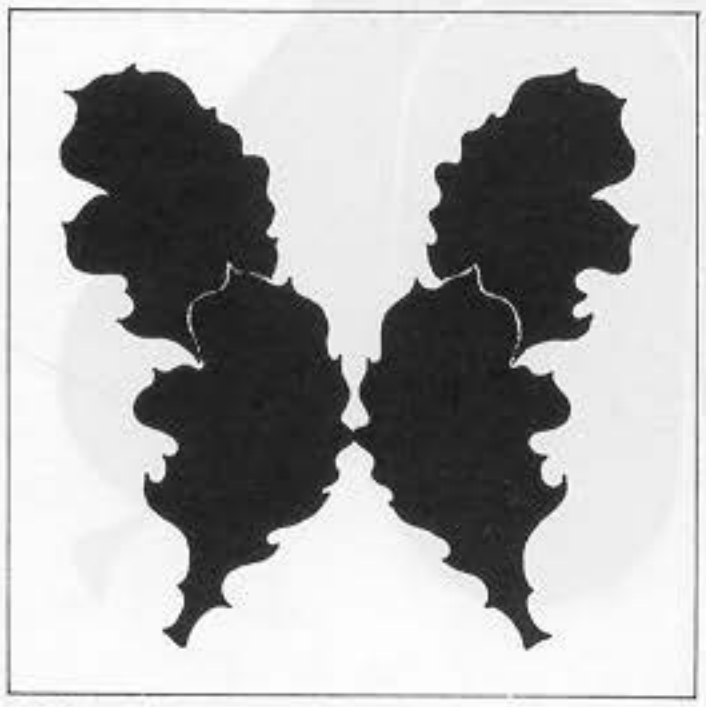


301

302



303



304

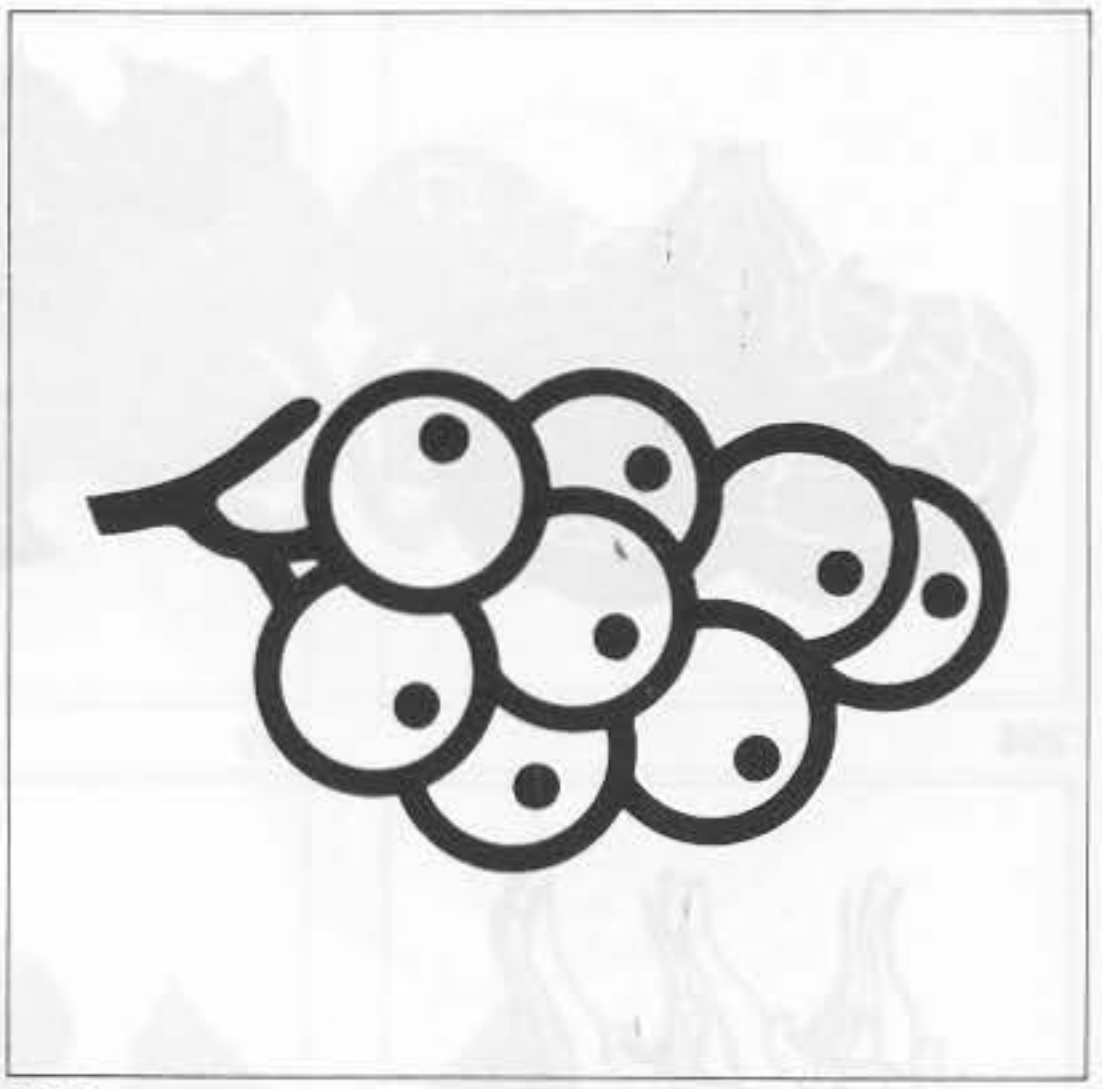
305

306

Creación de formas compuestas

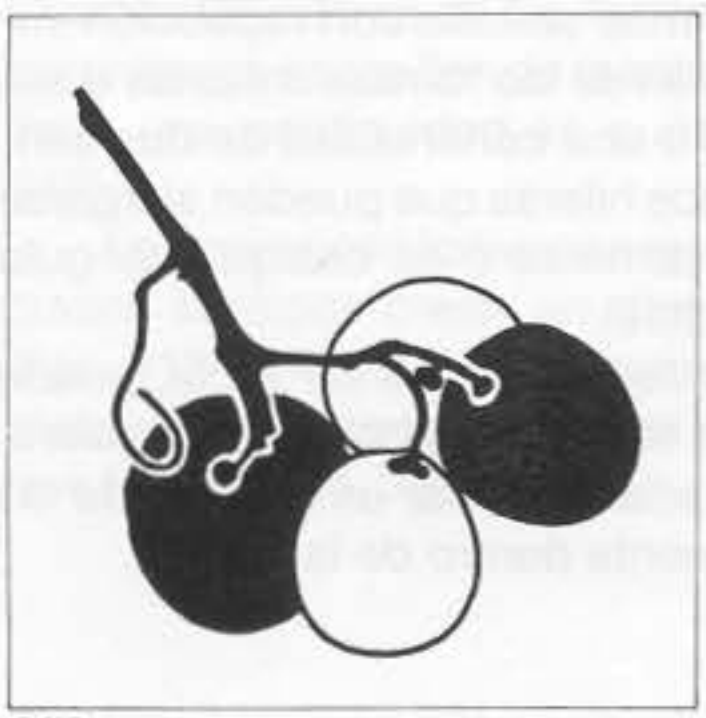
Una forma compuesta se confecciona con componentes diferentes o con componentes similares *y* diferentes. Usada en una composición independiente, se puede tomar una forma compuesta como una forma singular (figs. 307-309).

Las formas múltiples se pueden basar en formas compuestas, produciéndose diseños más intrincados (figs. 310-314).

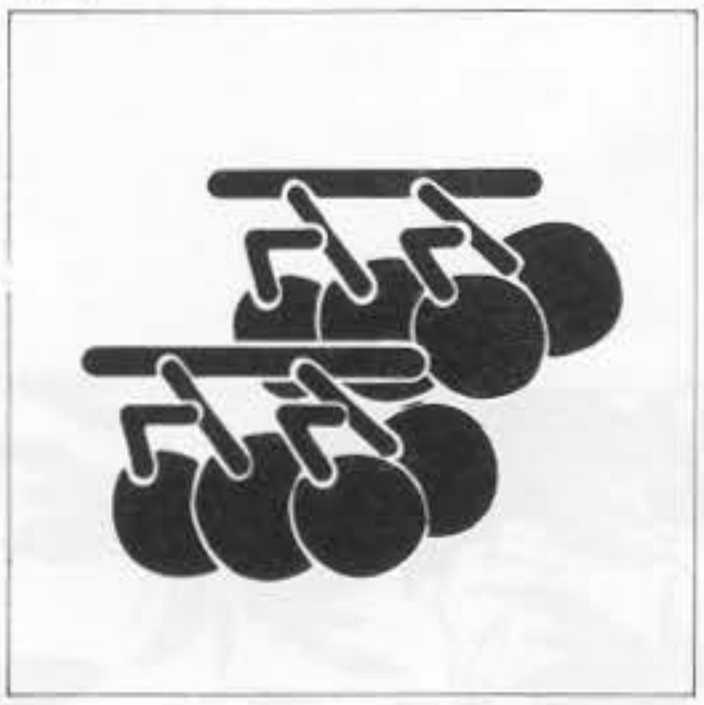


307

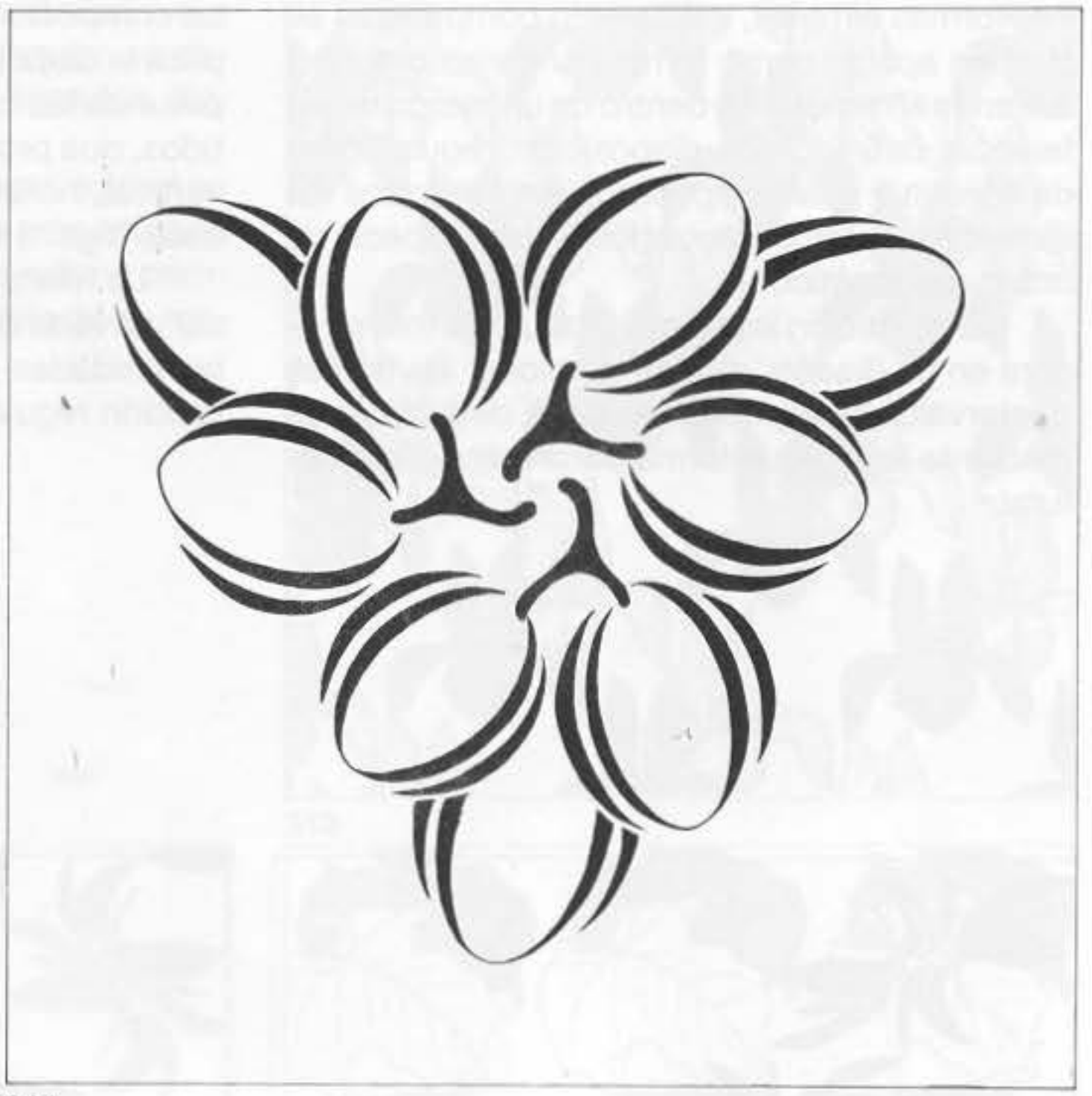
308



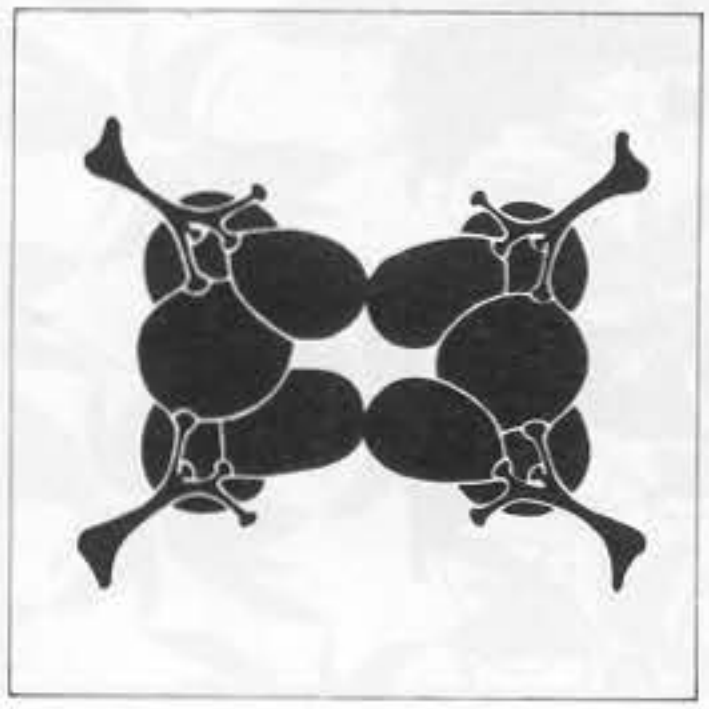
309



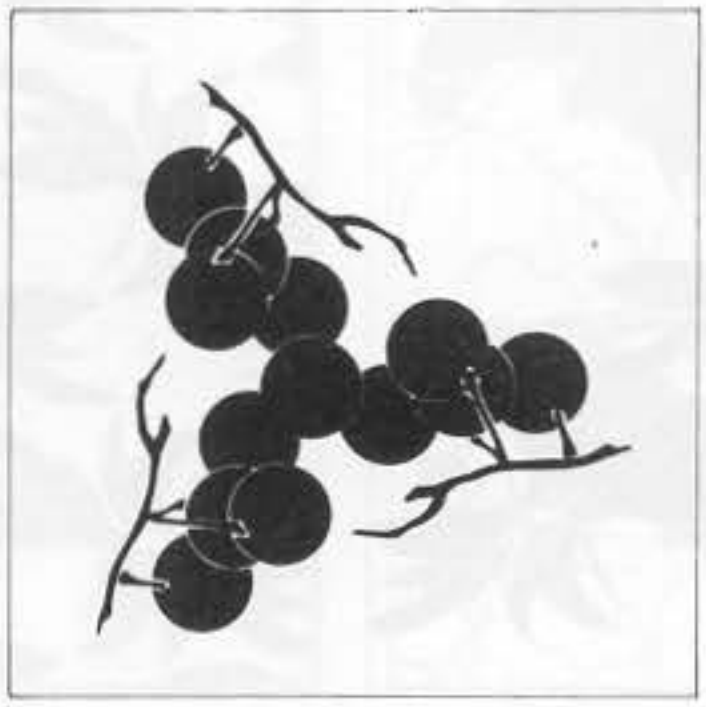
310



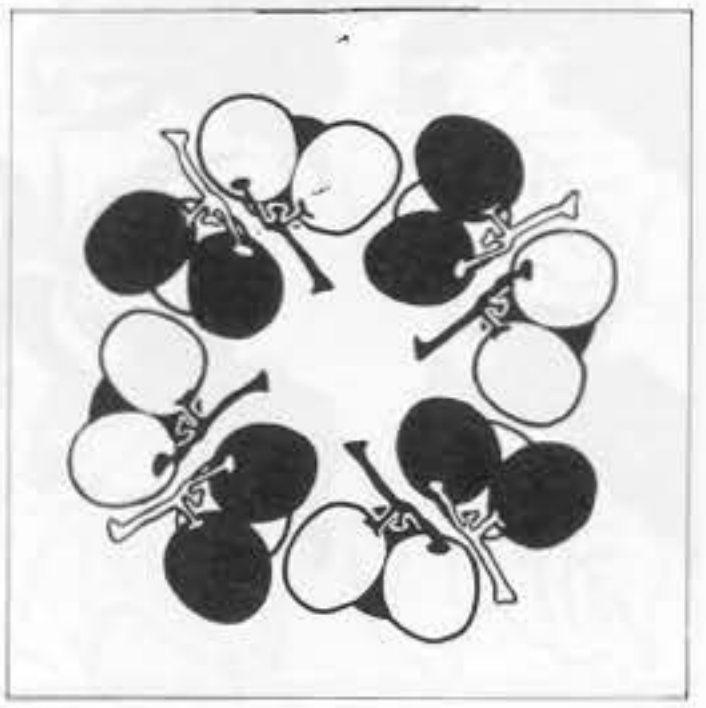
311



312



313



314

COMPOSICIONES CON REPETICIÓN

Las formas simples, múltiples o compuestas se pueden aplicar como formas unitarias o superunitarias en repetición dentro de un marco de referencia definido. Su disposición regular puede constituir una composición *formal*; todos los elementos están organizados en una especie de orden matemático.

La *repetición* implica reproducir la misma figura en un diseño, así como colocar las figuras a intervalos que pueden quedar determinados mediante líneas que forman una retícula estructural.

Continuidad en dos sentidos

La composición más sencilla con repetición implica la disposición de las formas unitarias o superunitarias como una continuidad de dos sentidos, que produce hileras que pueden alargarse vertical, horizontalmente o en cualquier ángulo dado (figs. 315, 316).

La hilera no tiene por qué ser recta, puede ser curvada o en forma de gancho. Si se quiere, las unidades pueden mostrar un cambio de dirección regularmente dentro de la hilera.

315

316

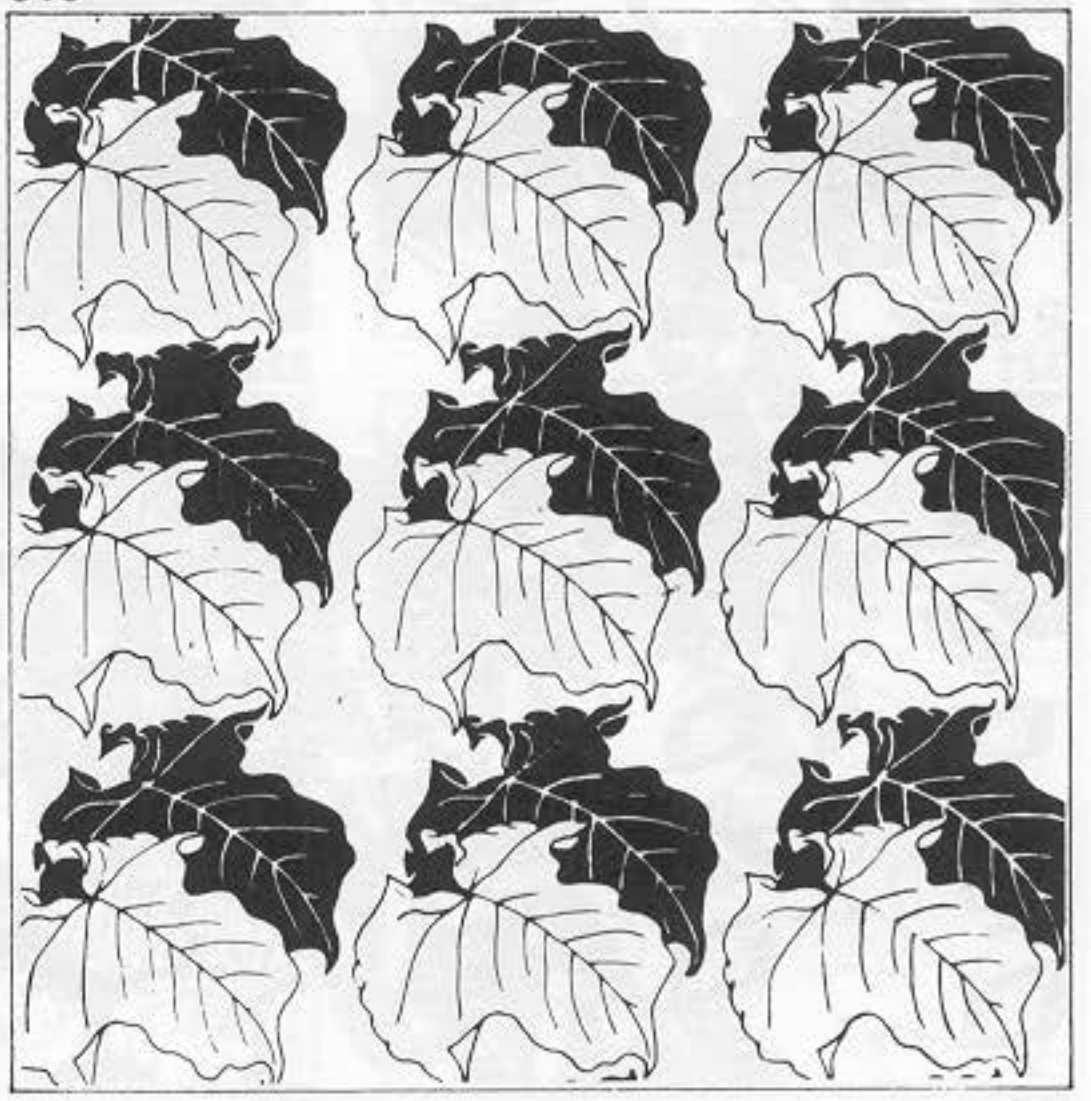
Continuidad en cuatro sentidos

Cuando las hileras de las formas unitarias o superunitarias se repiten de manera regular, se obtiene una continuidad en cuatro sentidos (fig. 317).

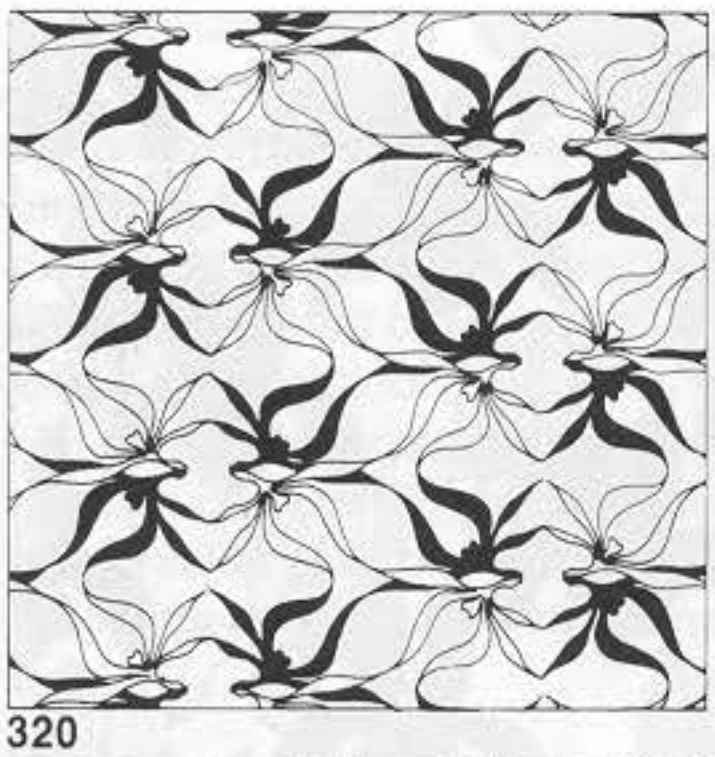
Las composiciones con una continuidad en cuatro sentidos crean un diseño estructurado (figs. 318-327). Si el espacio no se rellena completamente, la composición se convierte en menos formal (figs. 328, 329).

318

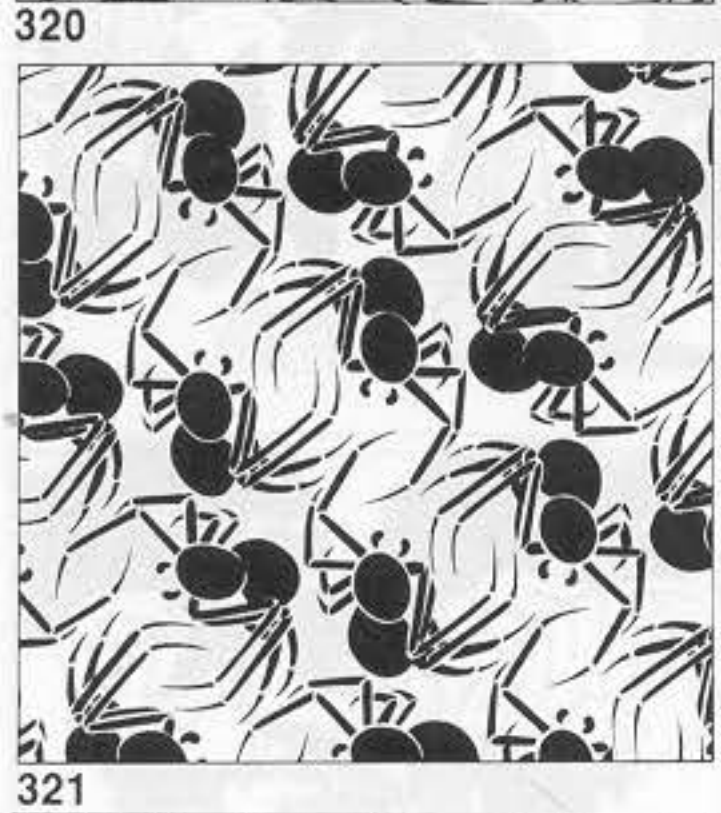
317



319



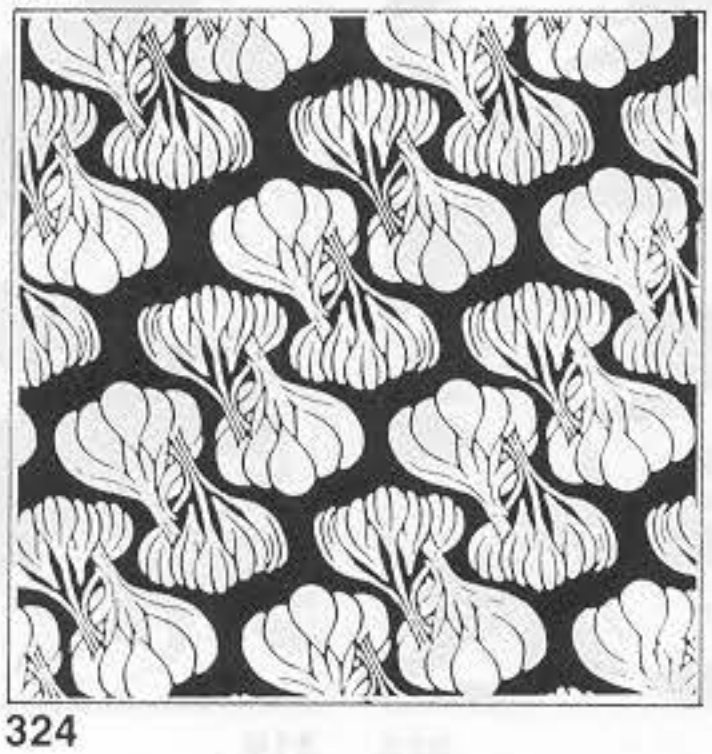
320



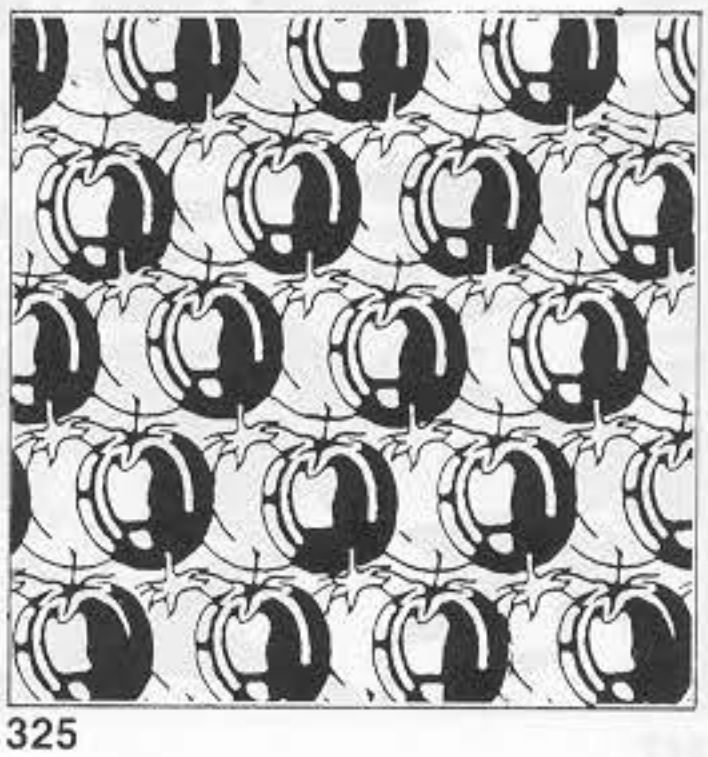
321

322

323



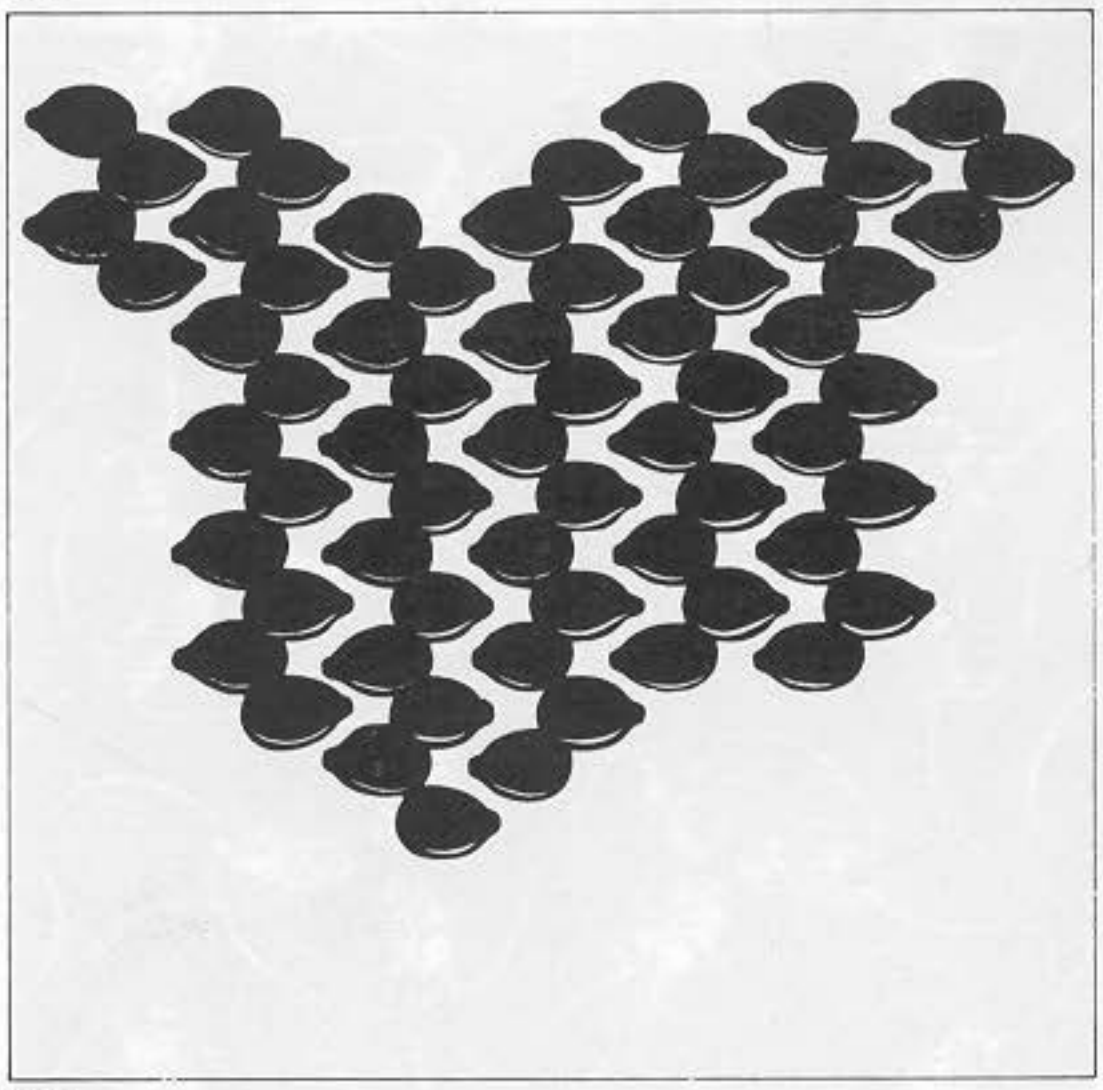
324



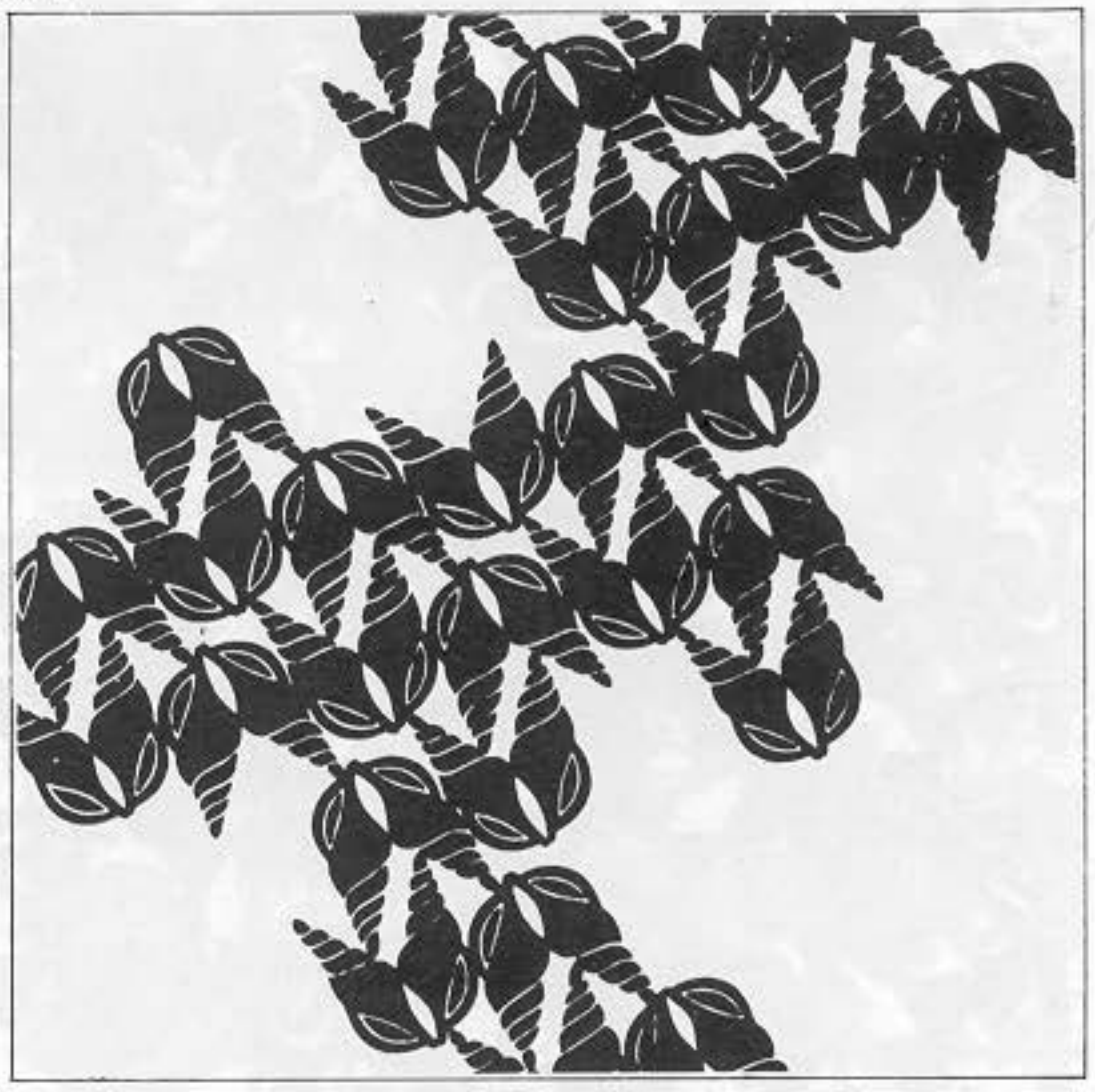
325

326

327



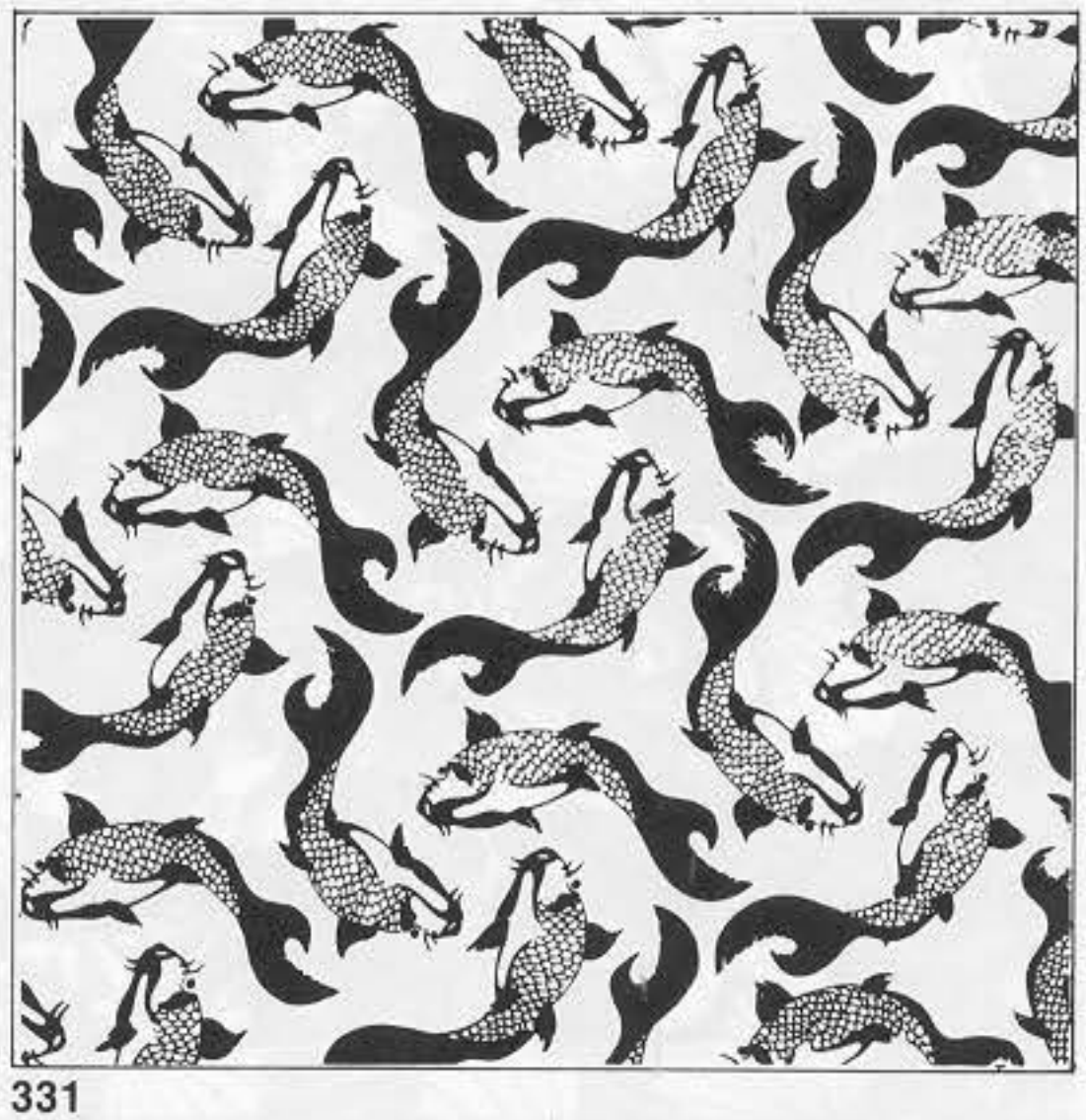
328



329

Continuidad en seis sentidos

Una retícula estructural puede incluir triángulos para guiar la colocación de las formas unitarias. Esto produce una continuidad en seis sentidos, con figuras agrupadas como triángulos o exágonos. Si cada forma unitaria consta de una cabeza y una cola, es interesante observar que todas las cabezas se encuentren en un punto y que las colas se encuentren en otro punto, de forma alternada (figs. 330-334).

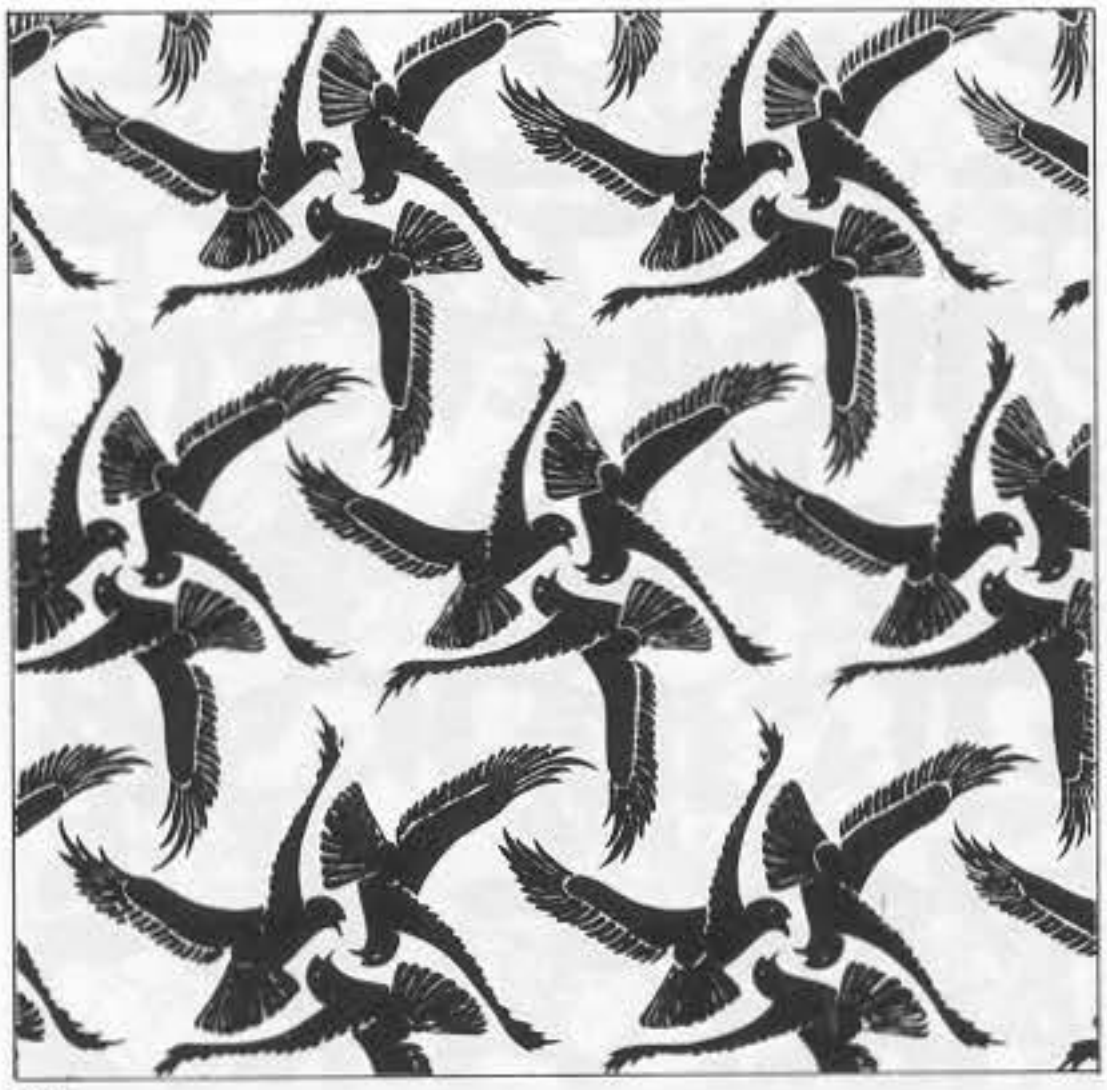


331

330

332

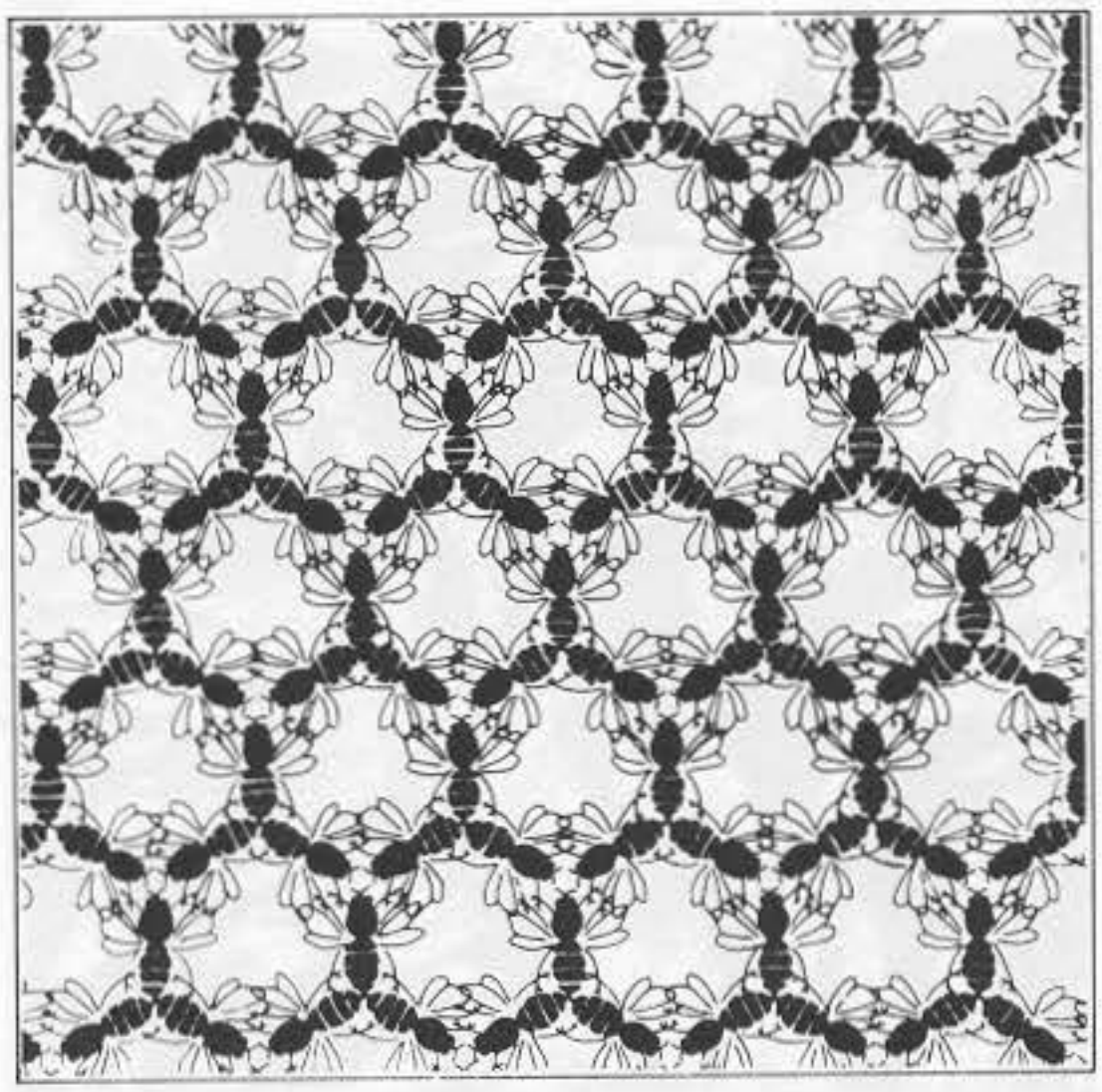
Desarrollo y variaciones de la estructura de repetición



333

Las formas unitarias pueden fotocopiarse (o calcarse) y recortarse para explorar todas las repeticiones posibles. También se puede calcar y dar la vuelta a la forma para obtener la imagen reflejada (fig. 335). Las formas superunitarias creadas de esta manera se pueden relacionar entre sí siguiendo diferentes estructuras de repetición, produciendo composiciones regulares, aunque no monótonas (figs. 336-341). Las figuras aisladas del fondo pueden cambiarse del blanco al negro para conseguir variaciones (figs. 342-344).

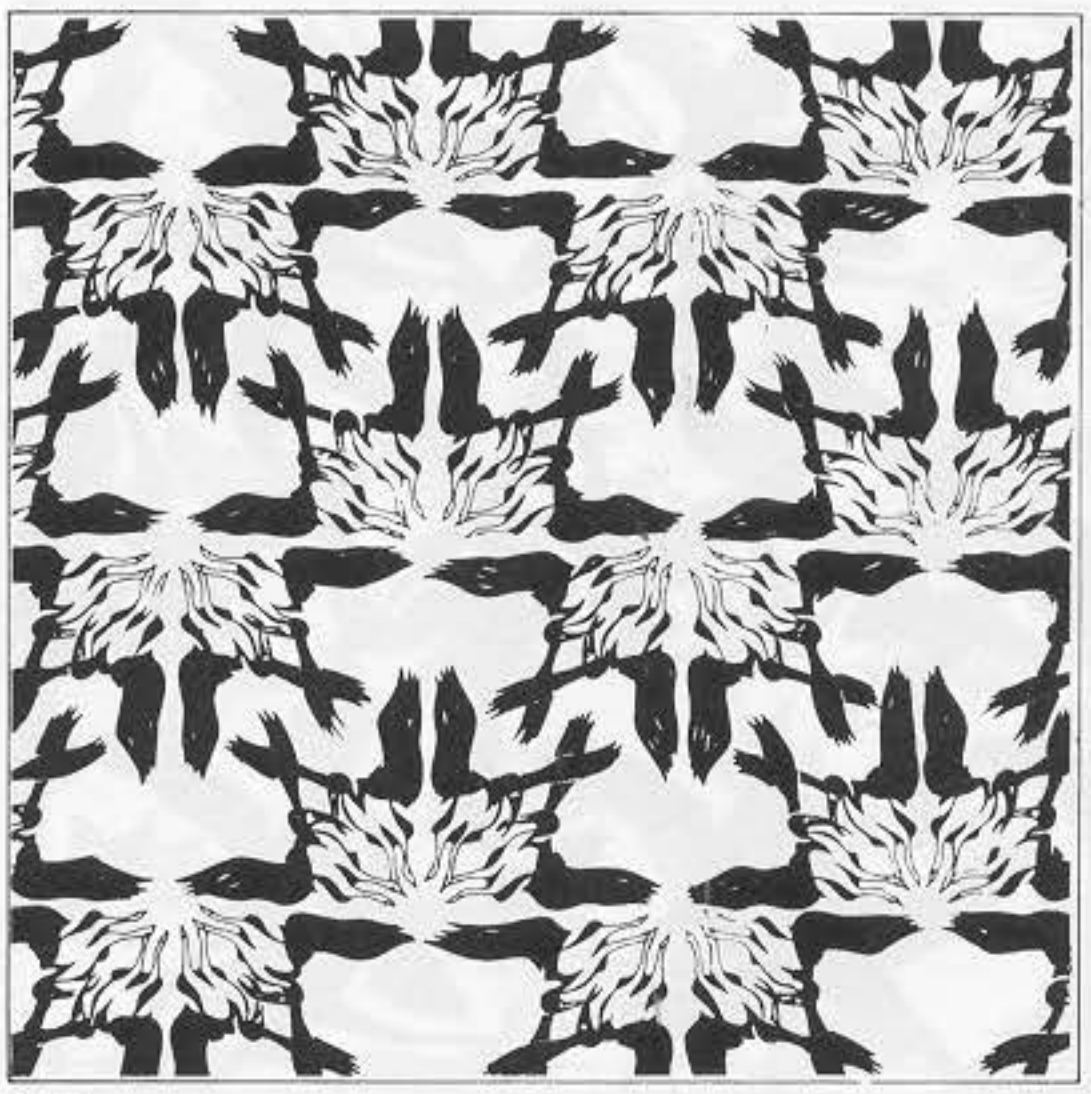
La retícula estructural puede hacerse visible en forma de líneas reales de ancho definido, o convertirla en bordes de células espaciales, adornando las formas unitarias o superunitarias (figs. 345-347).



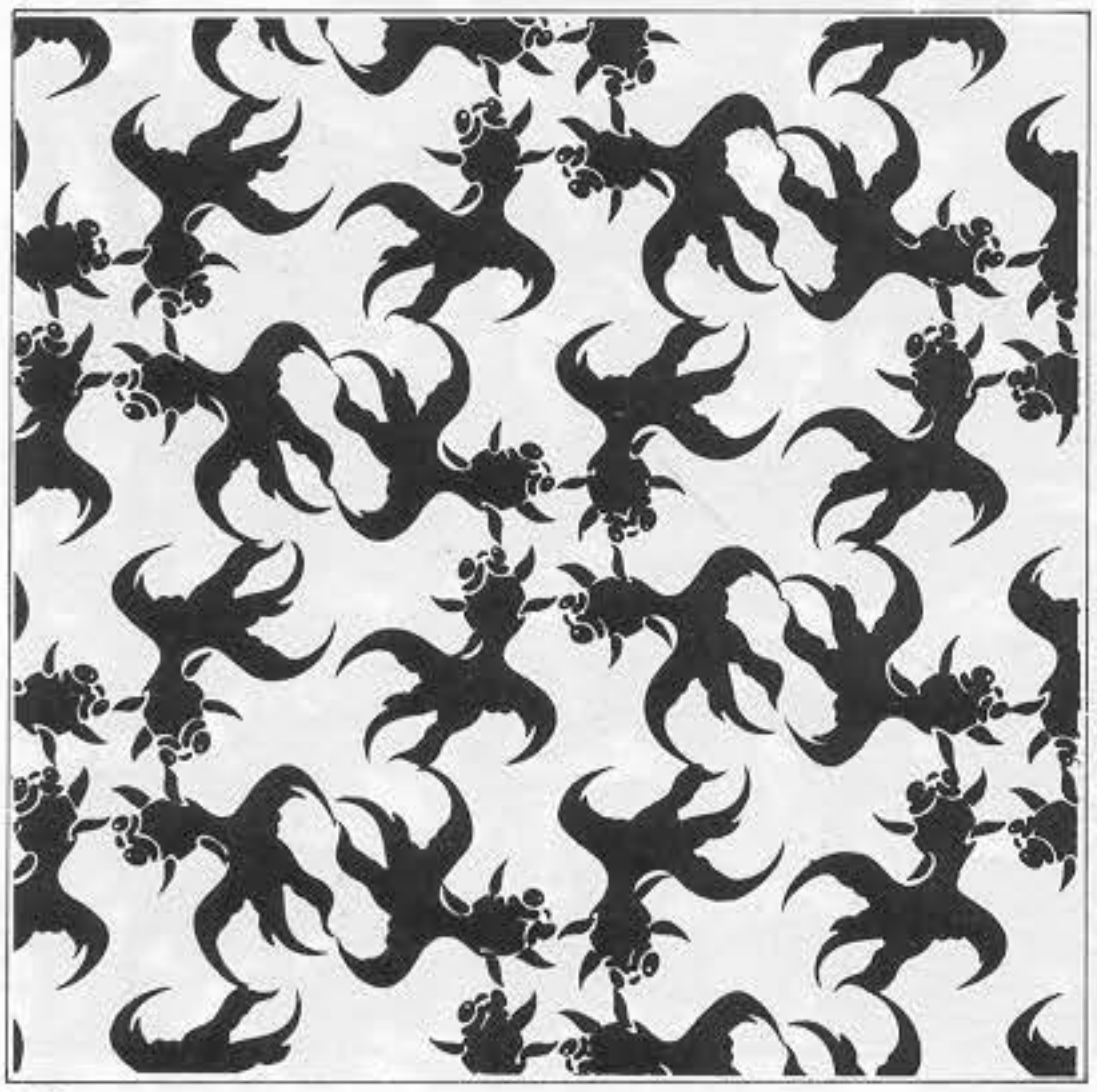
334

335

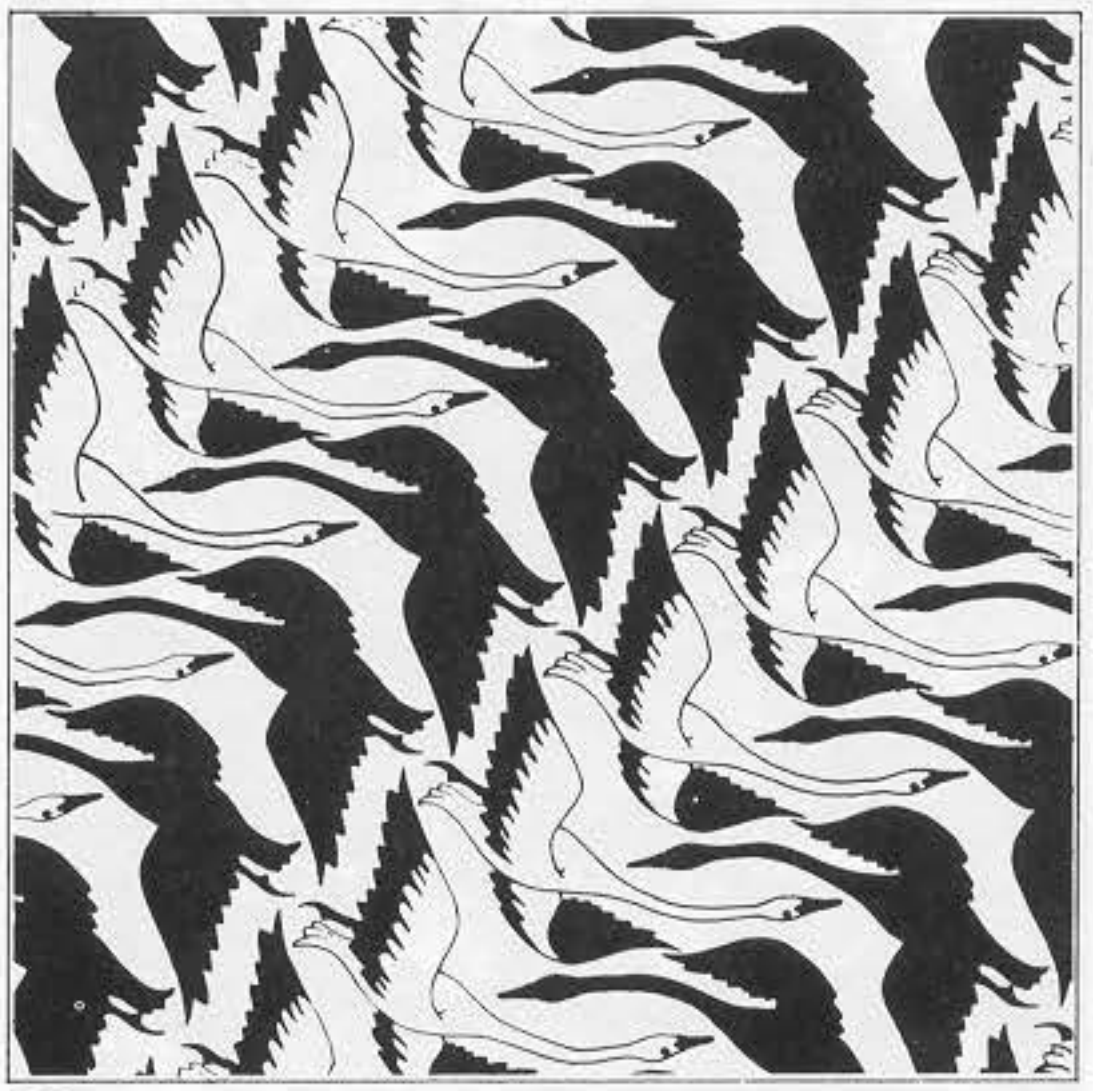
336



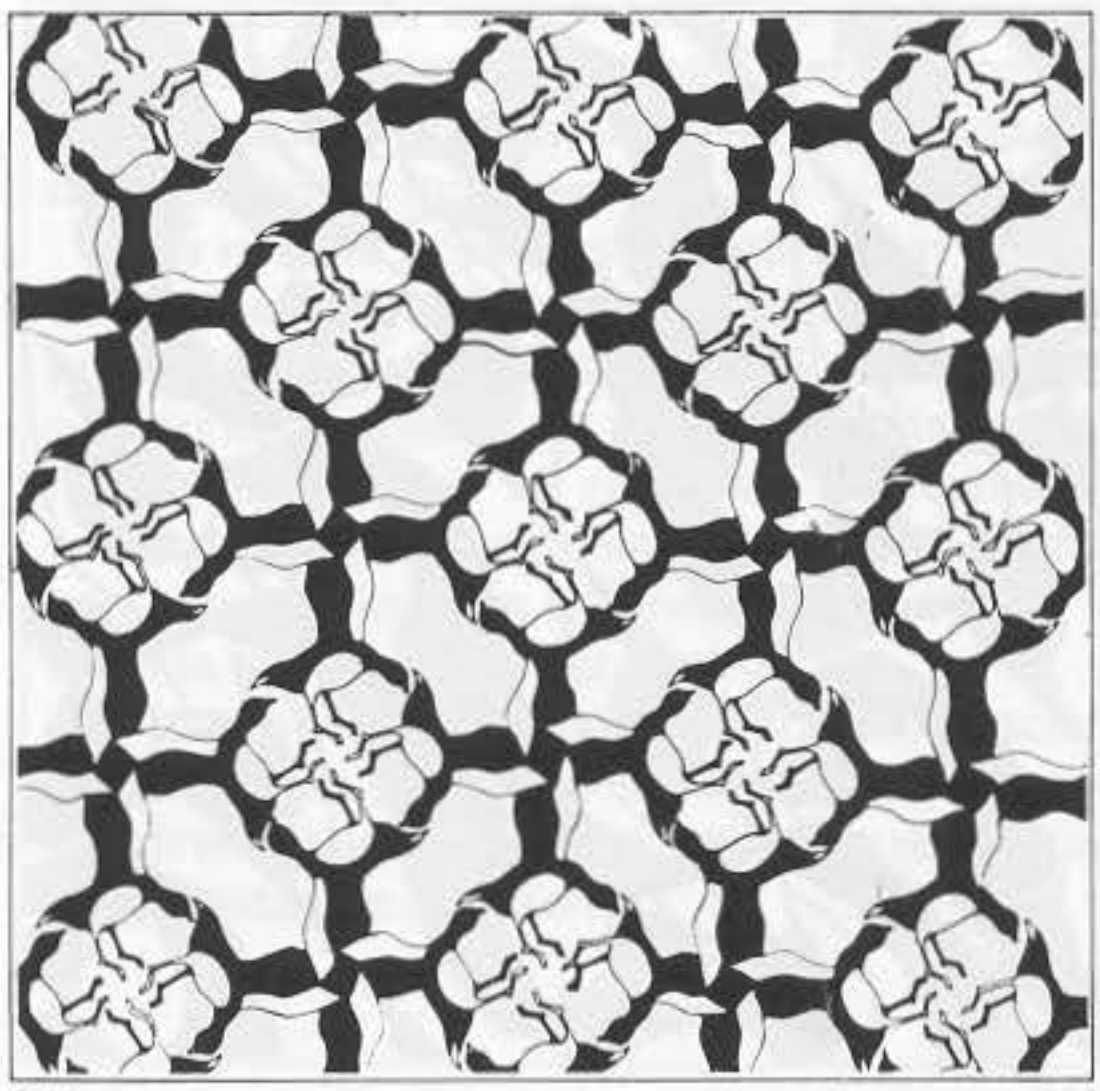
337



338

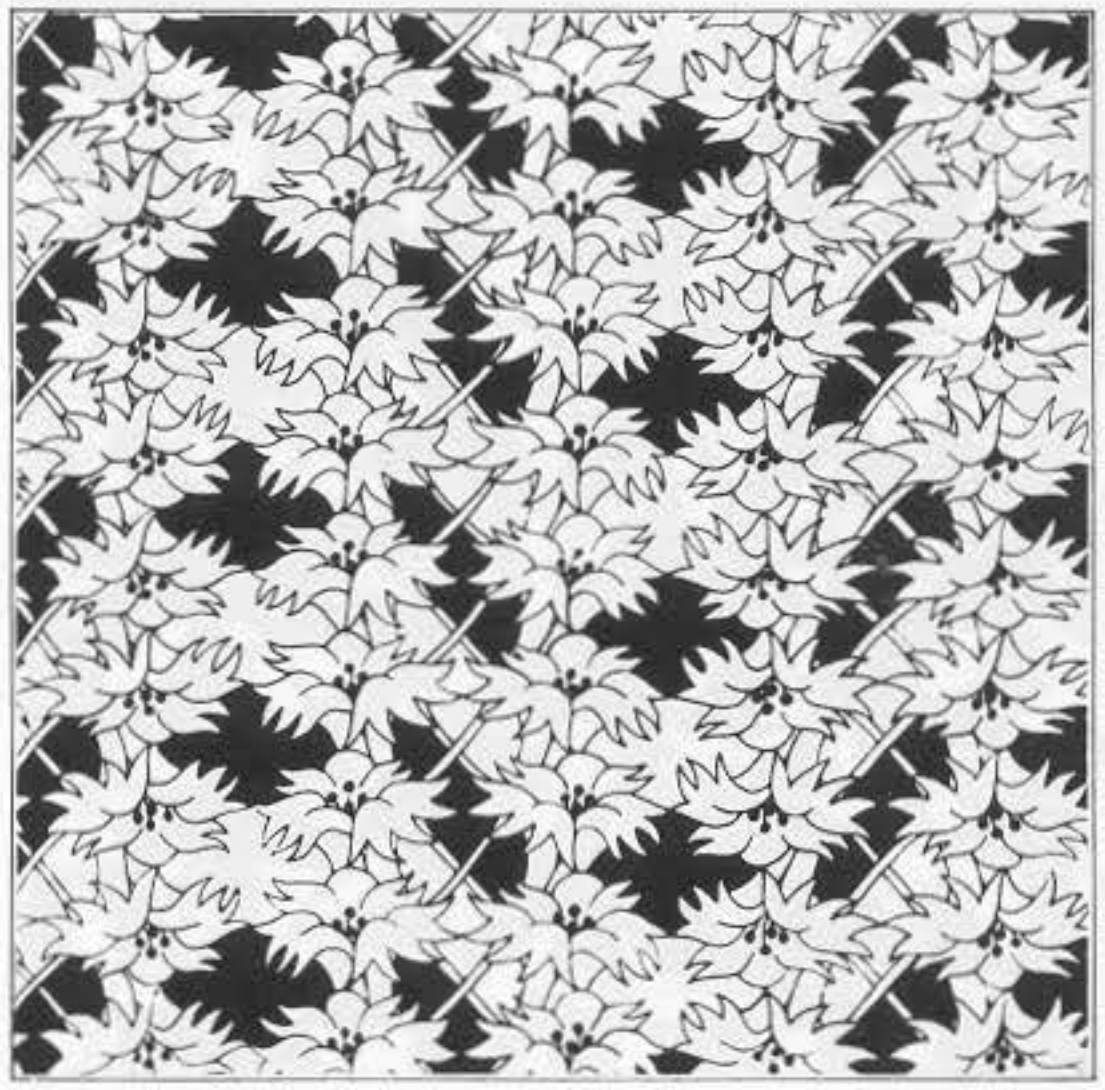


339

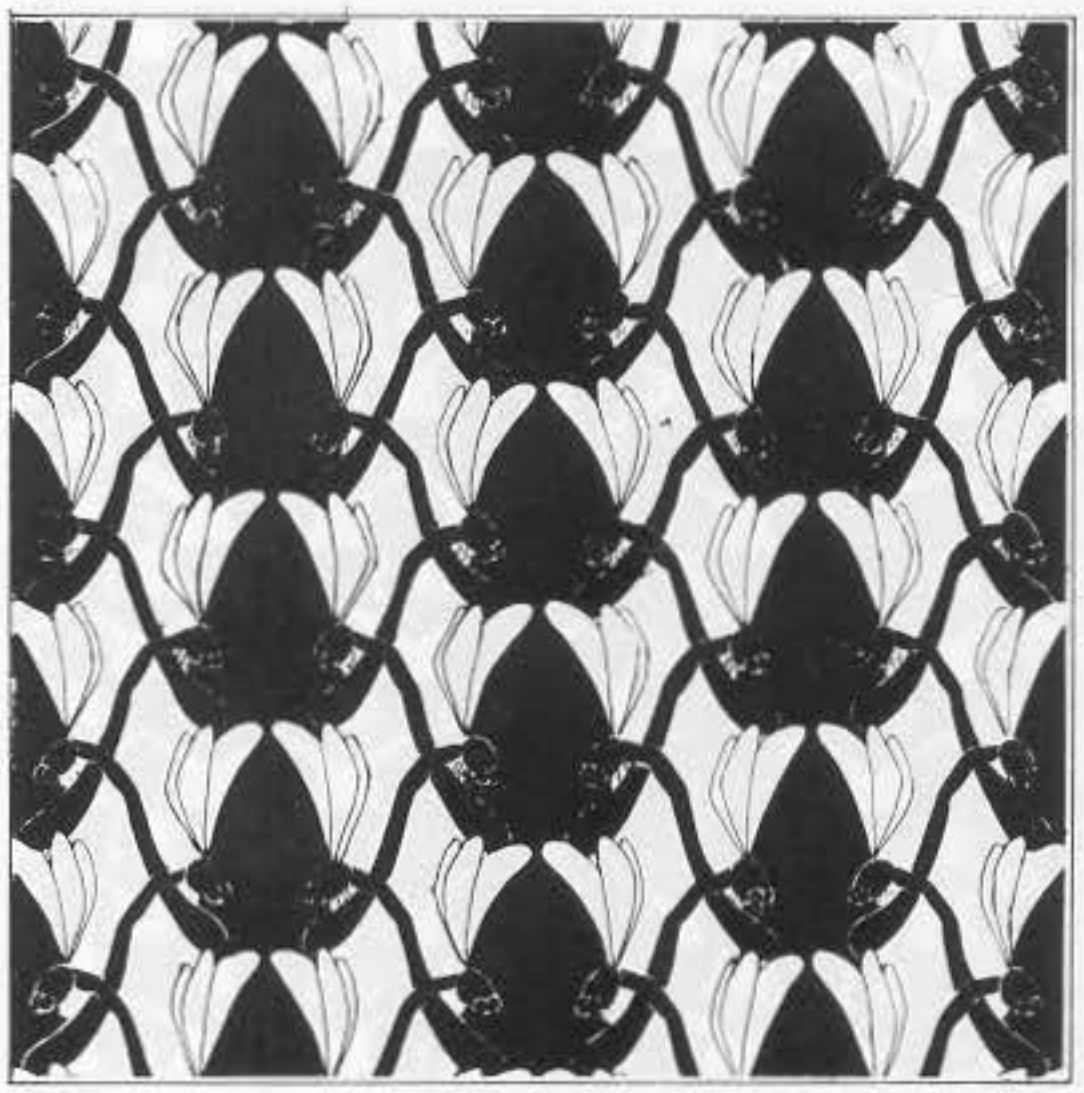


340

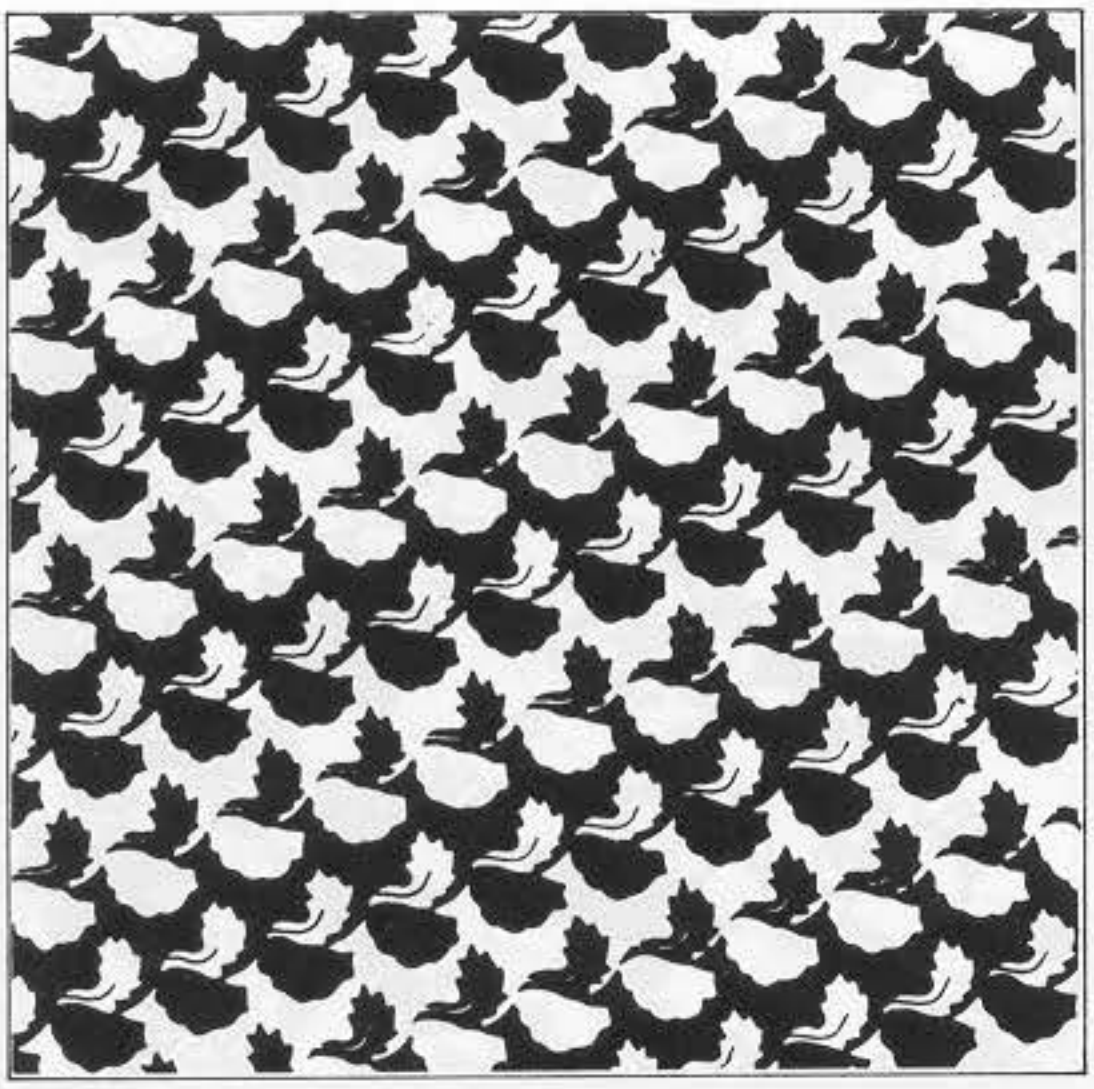
341



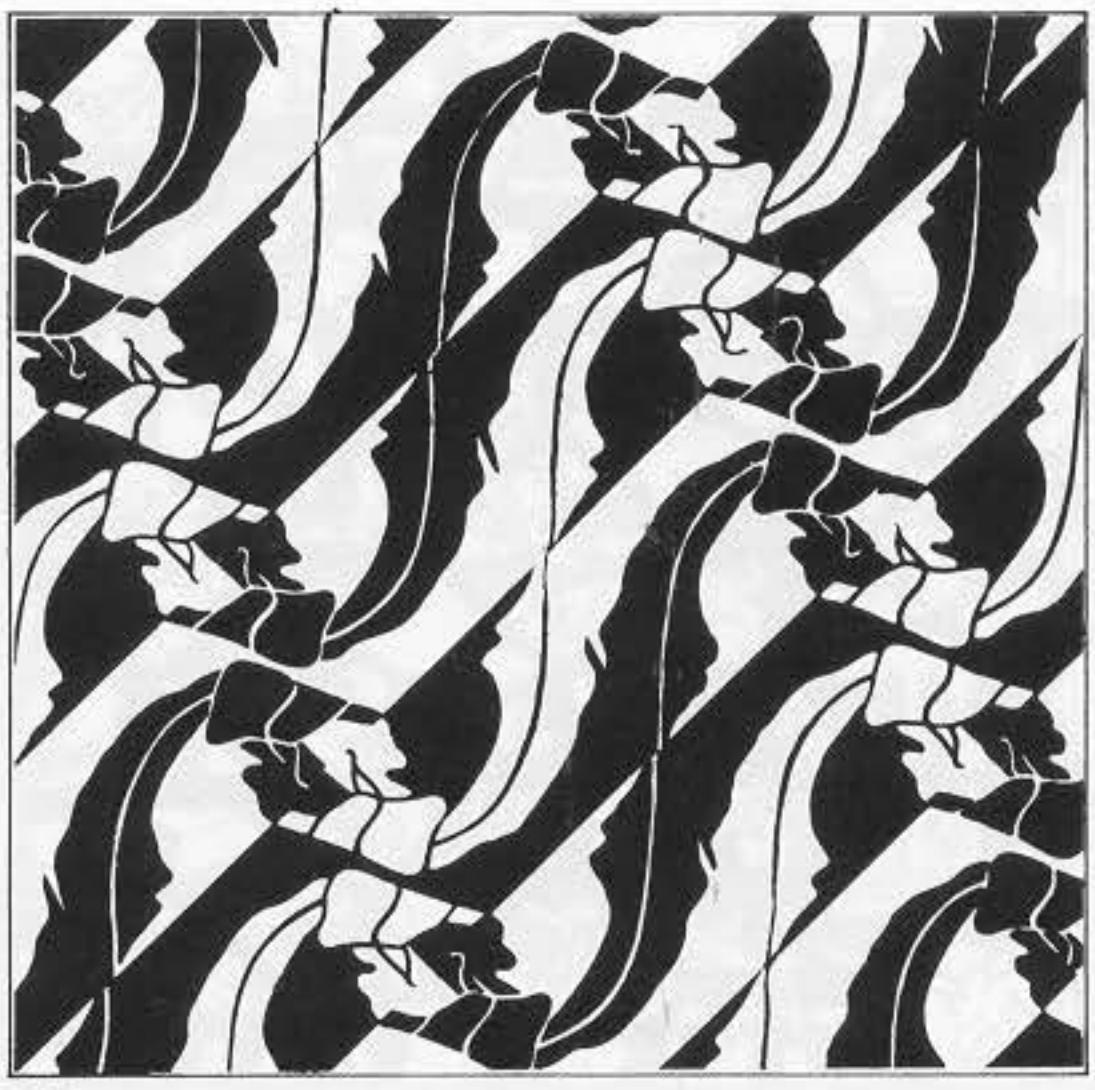
342



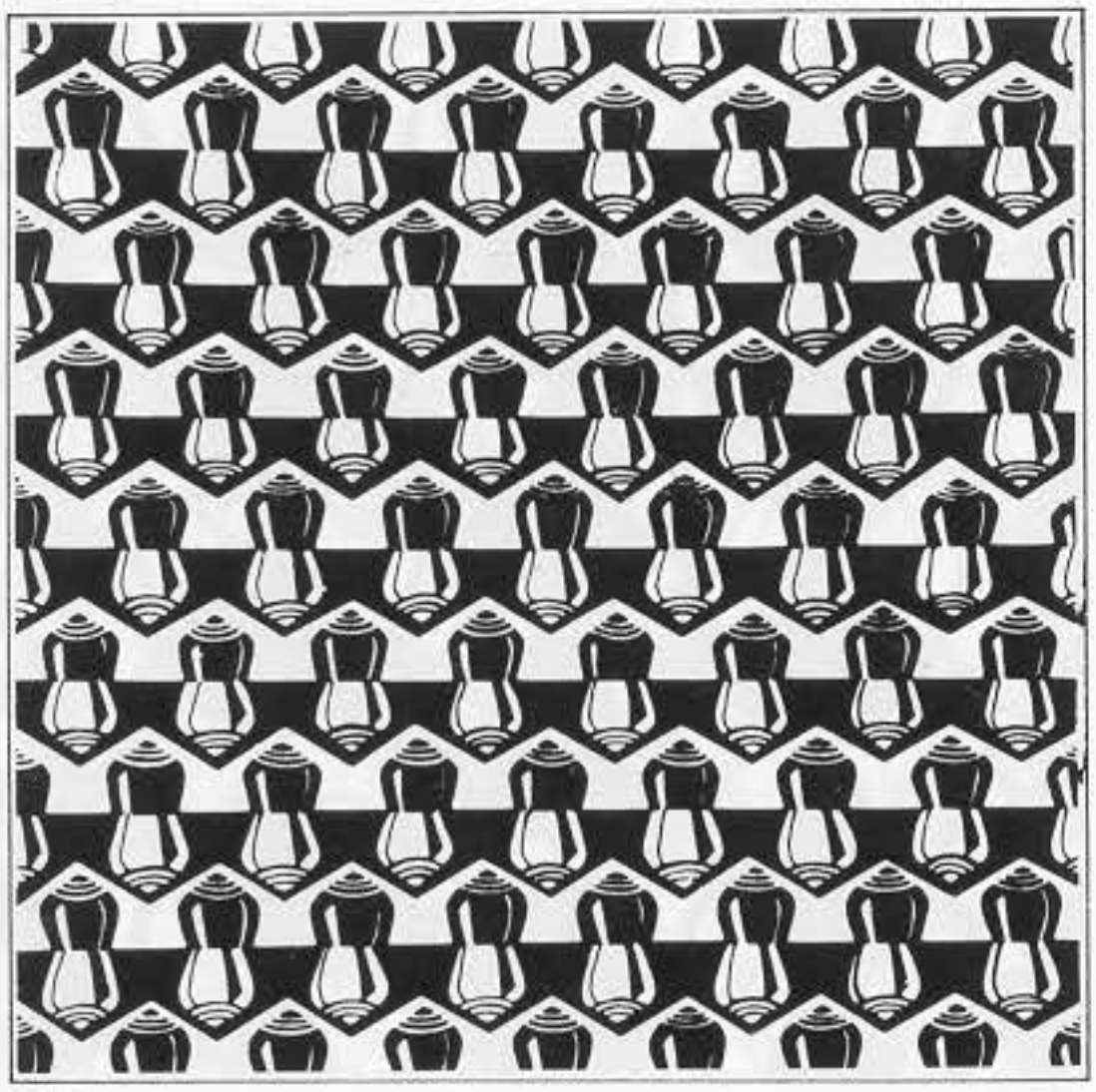
343



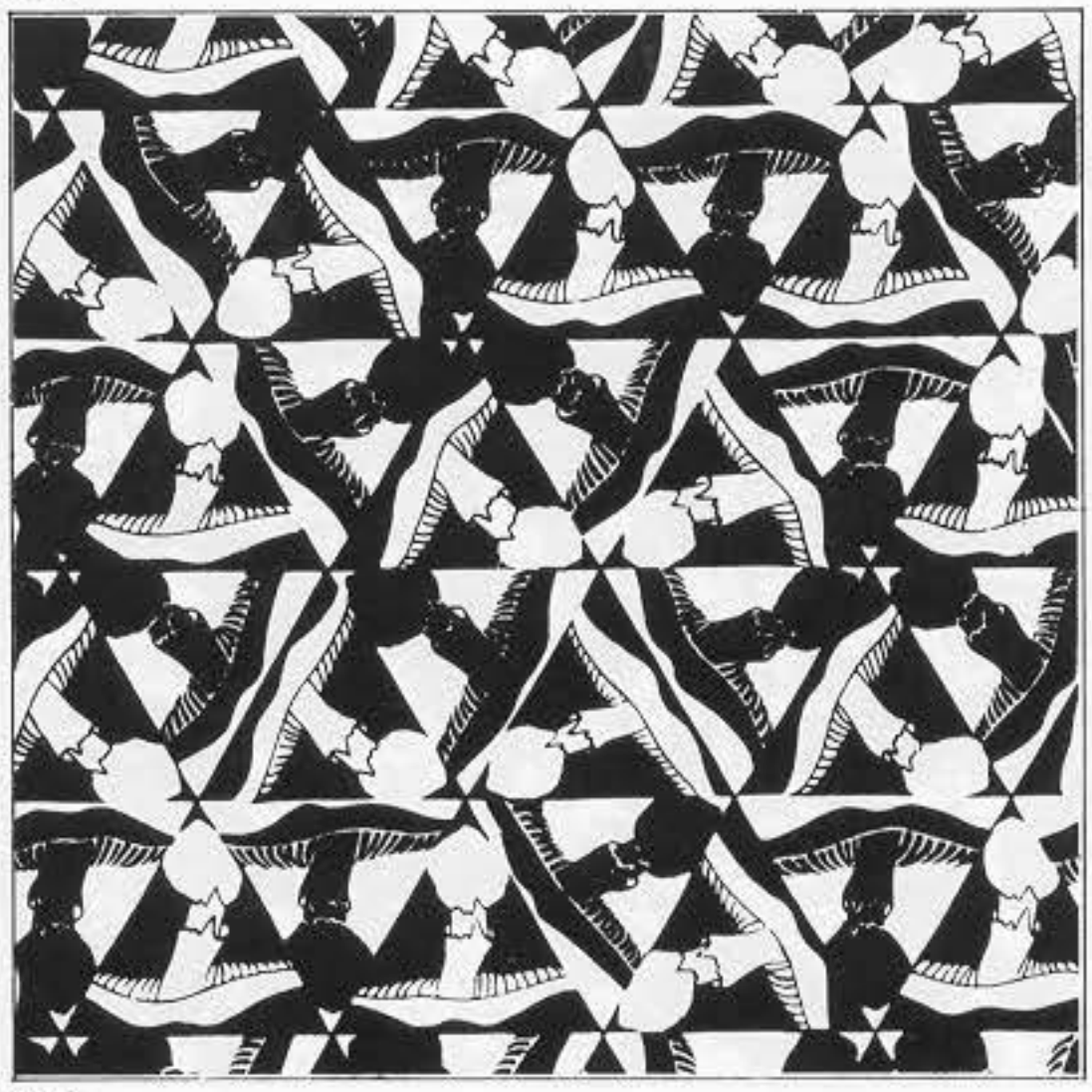
344



345



346



347

COMPOSICIONES CON RADIACIÓN

Radiación completa y segmentada

La repetición de las formas unitarias o superunitarias alrededor de un centro común produce una *radiación*, que es una técnica usada en composiciones formales.

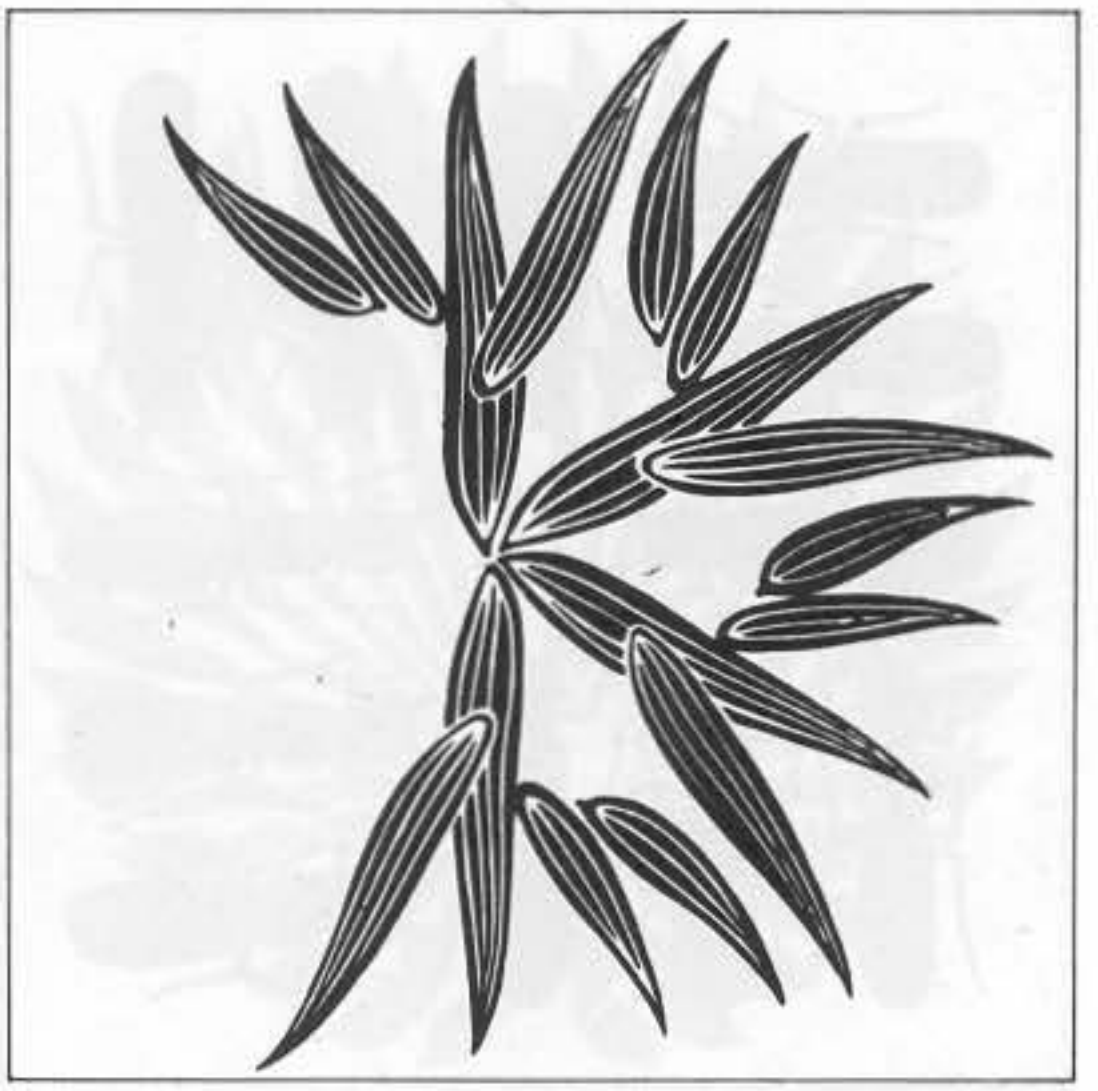
La retícula básica estructural de un diseño con radiación tiene un *centro de referencia*; el punto de encuentro de todas las líneas radiales, o el punto alrededor del cual giran todas las líneas estructurales. La radiación normalmente presenta líneas que convergen cerca del centro, con un espacio entre las líneas que aumenta a medida que se alejan del centro.

Las líneas estructurales guían la colocación de las formas unitarias o superunitarias que están directamente unidas al centro de referencia o equidistantes del mismo.

La rotación de 360 grados de formas unitarias o superunitarias produce una radiación completa. El centro de referencia puede ser el punto en el que convergen las líneas, ya sea exactamente, o solapándose o a cierta distancia regular del centro de referencia. El ángulo de giro de cada forma debe ser constante para establecer una regularidad (fig. 348).

Al girar las formas menos de 360 grados se produce una radiación segmentada (fig. 349). El efecto de abanico o arco resultante admite un considerable espacio de fondo cerca del centro de radiación.

348

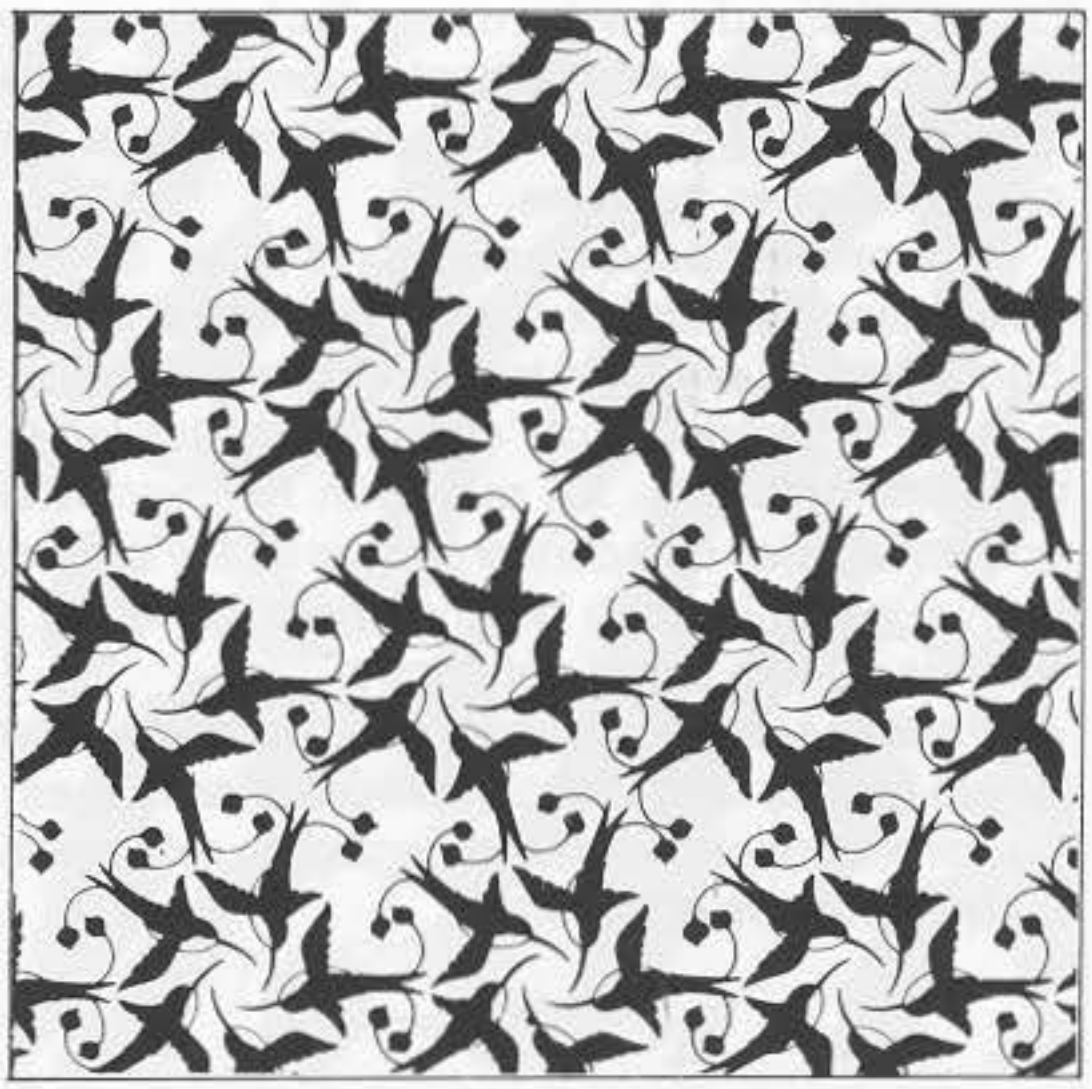


349

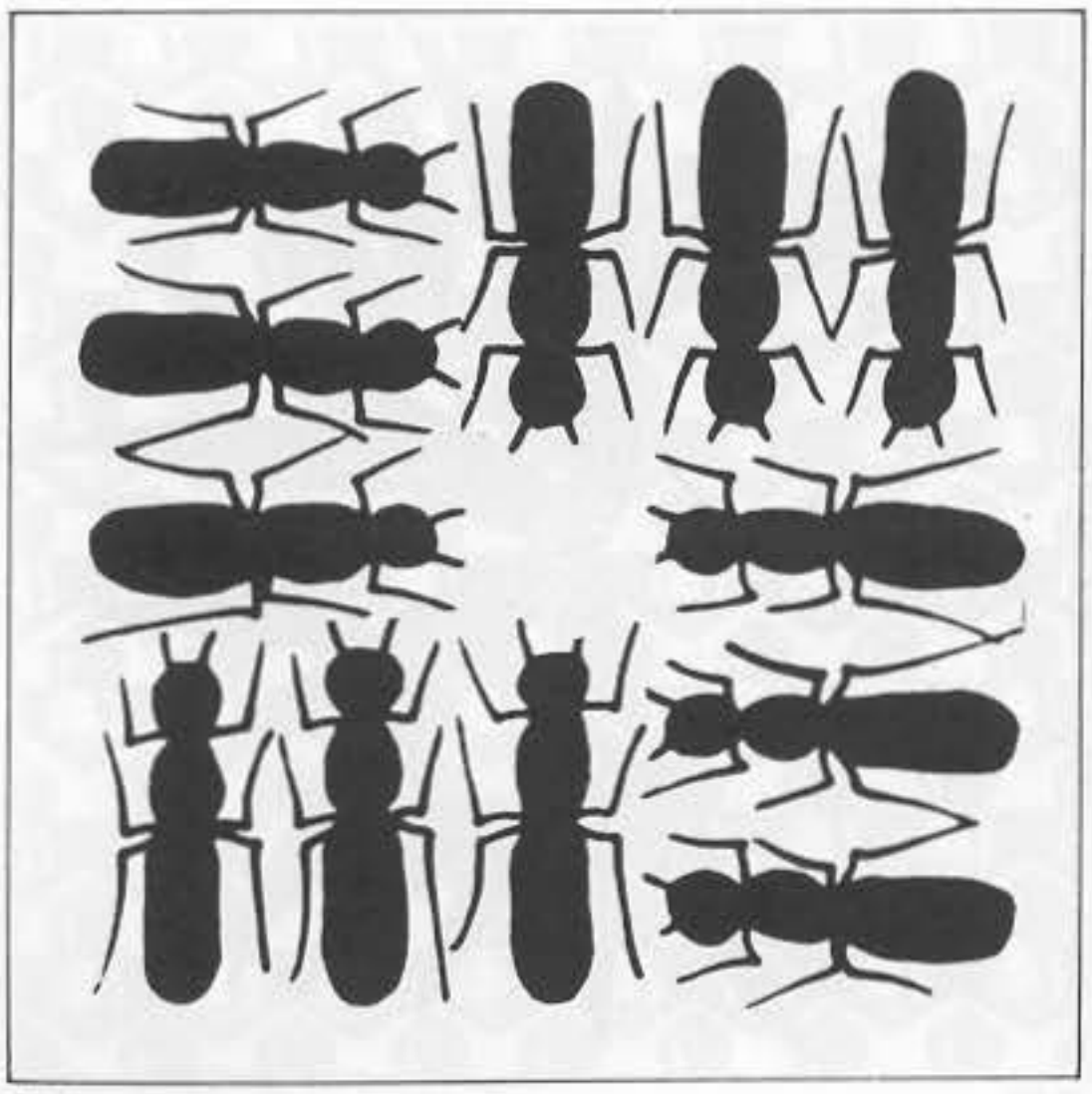
Giro y traslación

Se puede girar una forma superunitaria compuesta por formas unitarias trasladadas para obtener una radiación (fig. 250).

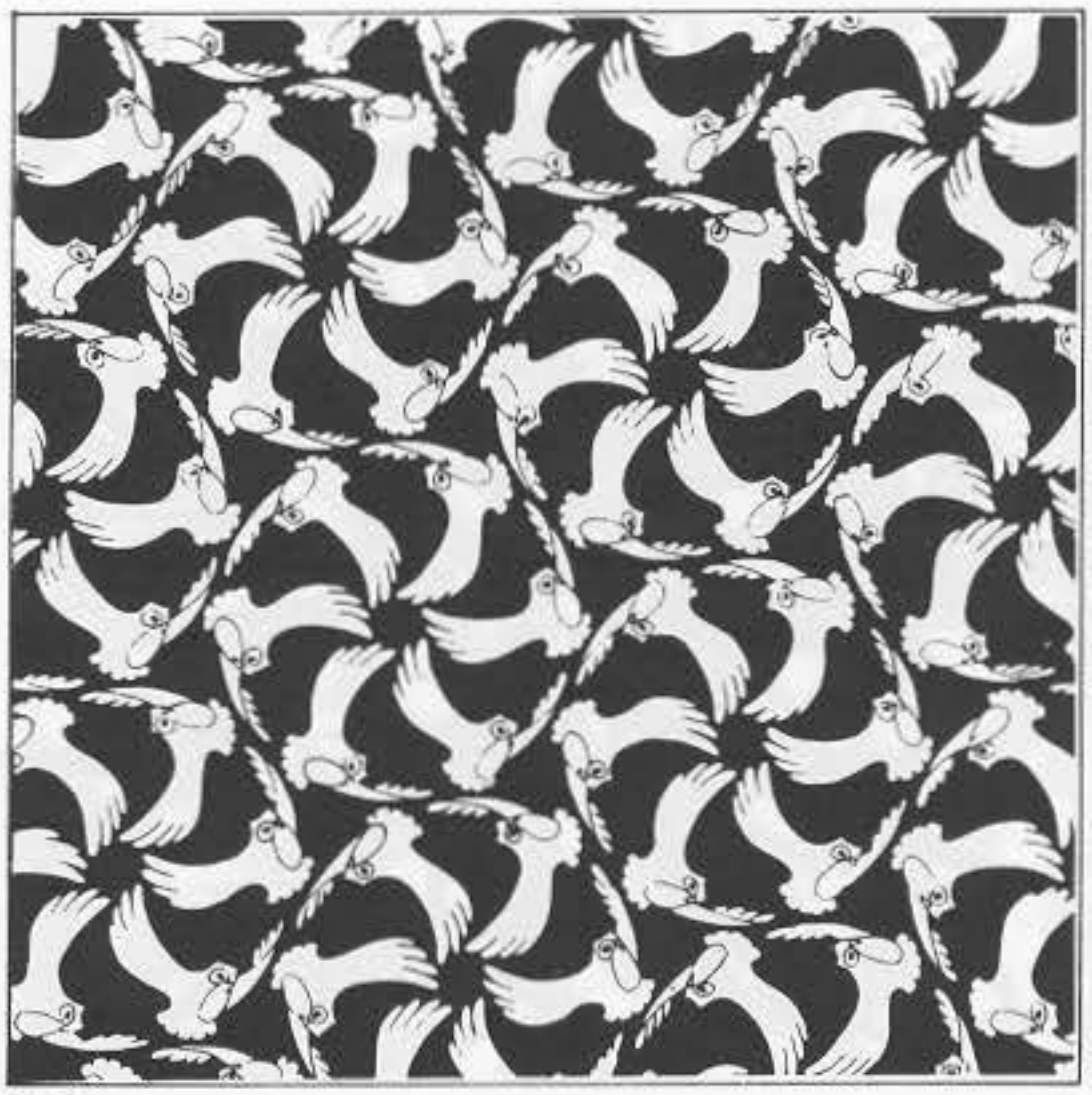
Las formas unitarias giradas que forman una radiación se pueden usar en una estructura de repetición (figs. 351, 352).



351



350



352

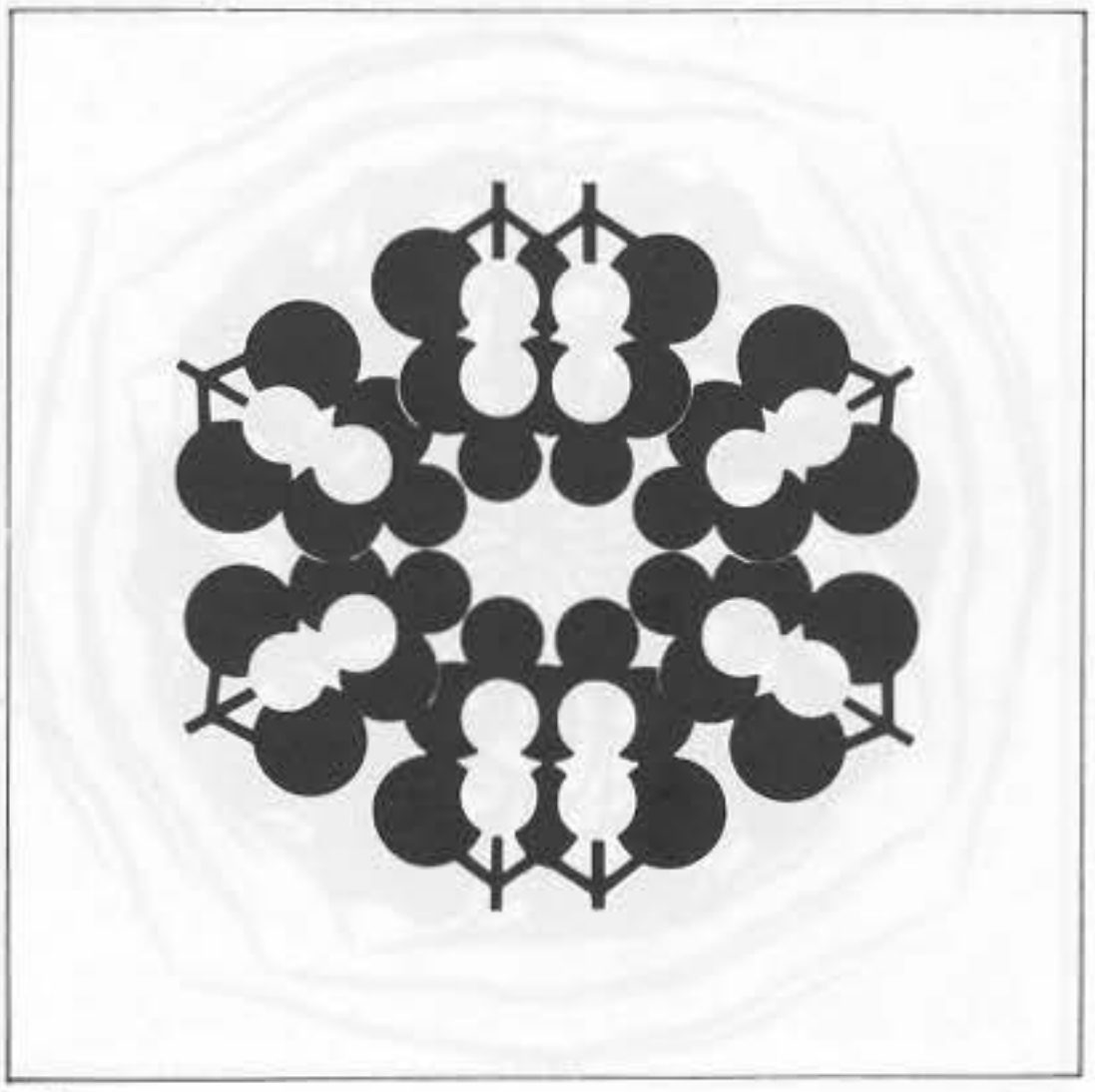
Giro y reflexión

Se puede cortar una radiación completa y unirla con su imagen reflejada al otro lado del borde del corte, que funciona como eje de reflexión (fig. 353).

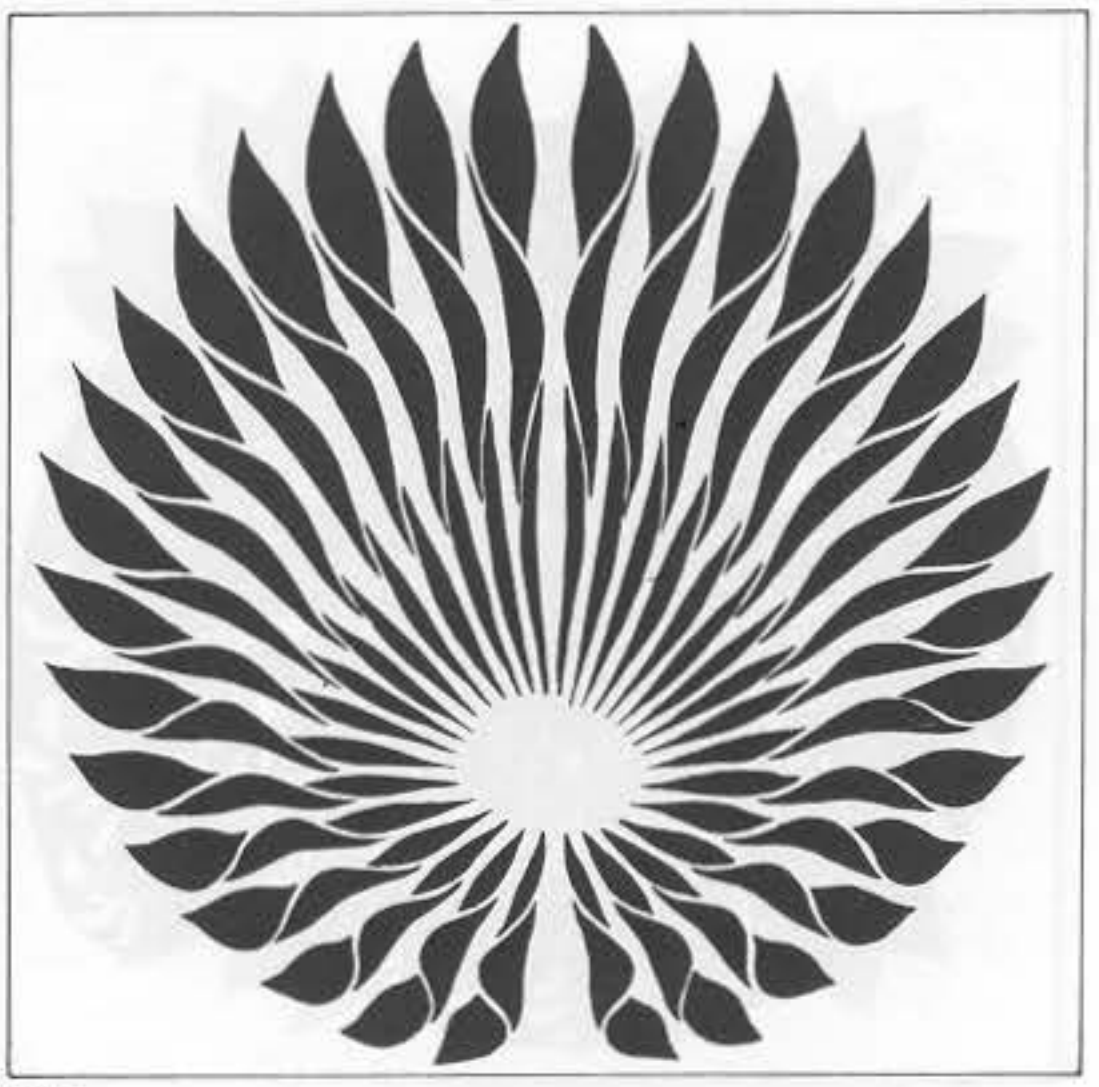
Giro y dilatación

Se pueden usar formas dilatadas en vez de formas de tamaño uniforme. Se pueden introducir, si se desea, ligeras variaciones de forma durante la dilatación. Estas formas se pueden girar para obtener un segmento de radiación, que luego se refleja o gira otra vez para obtener la radiación completa (figs. 354, 355).

Con formas dilatadas que giran se puede producir una disposición en espiral, que es una clase de radiación (fig. 356).



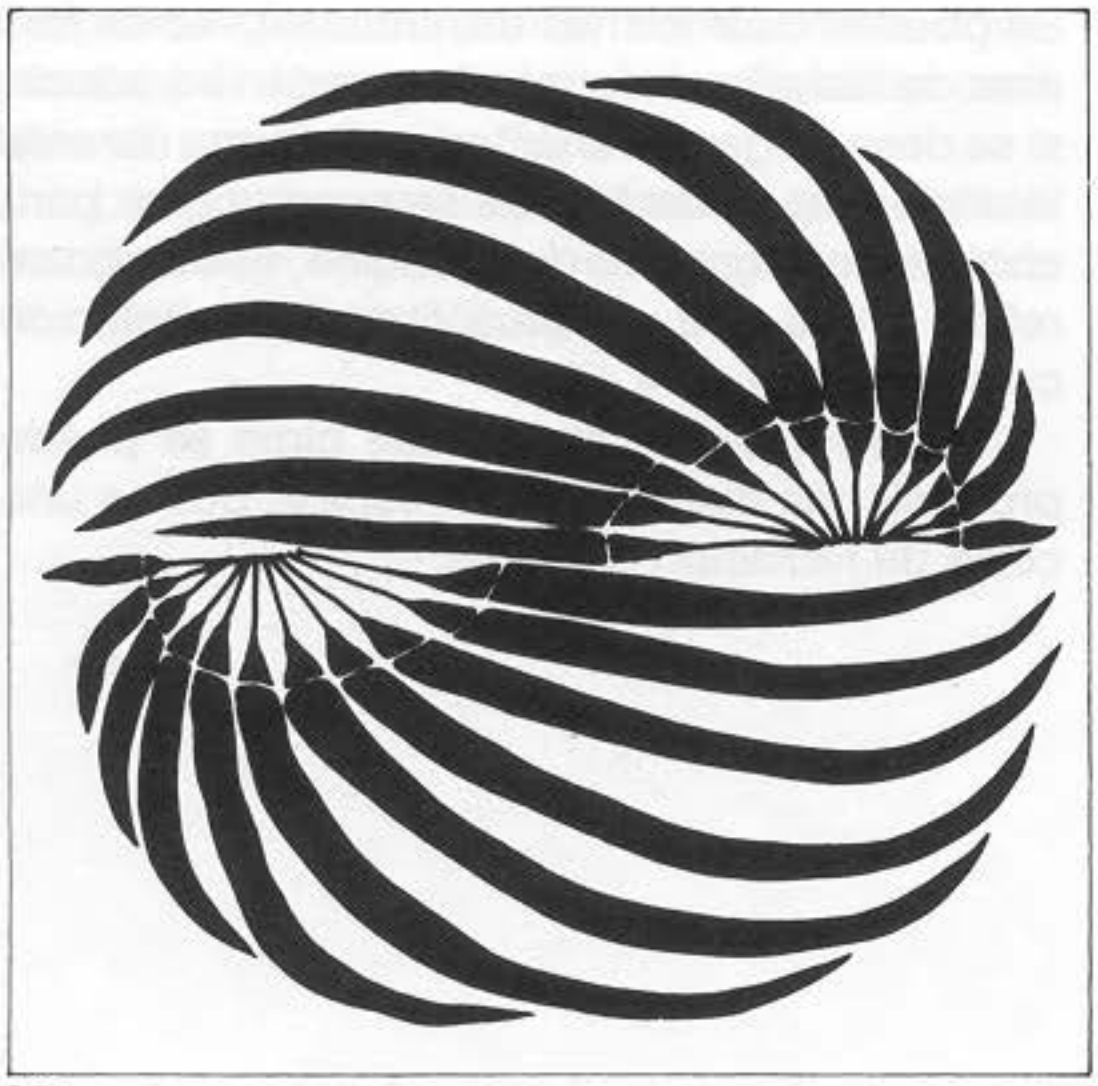
353



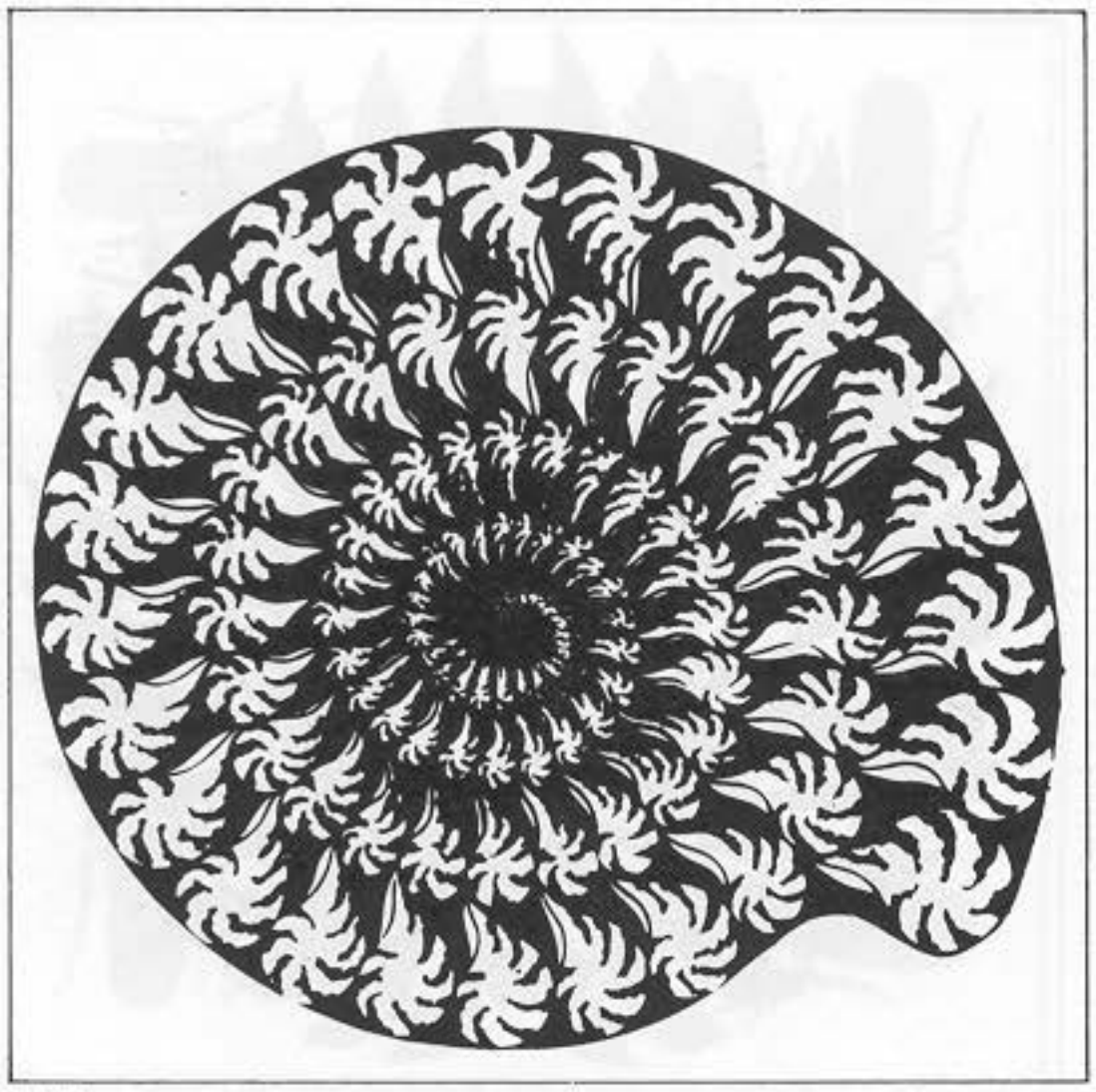
354

Intercepción de líneas estructurales activas

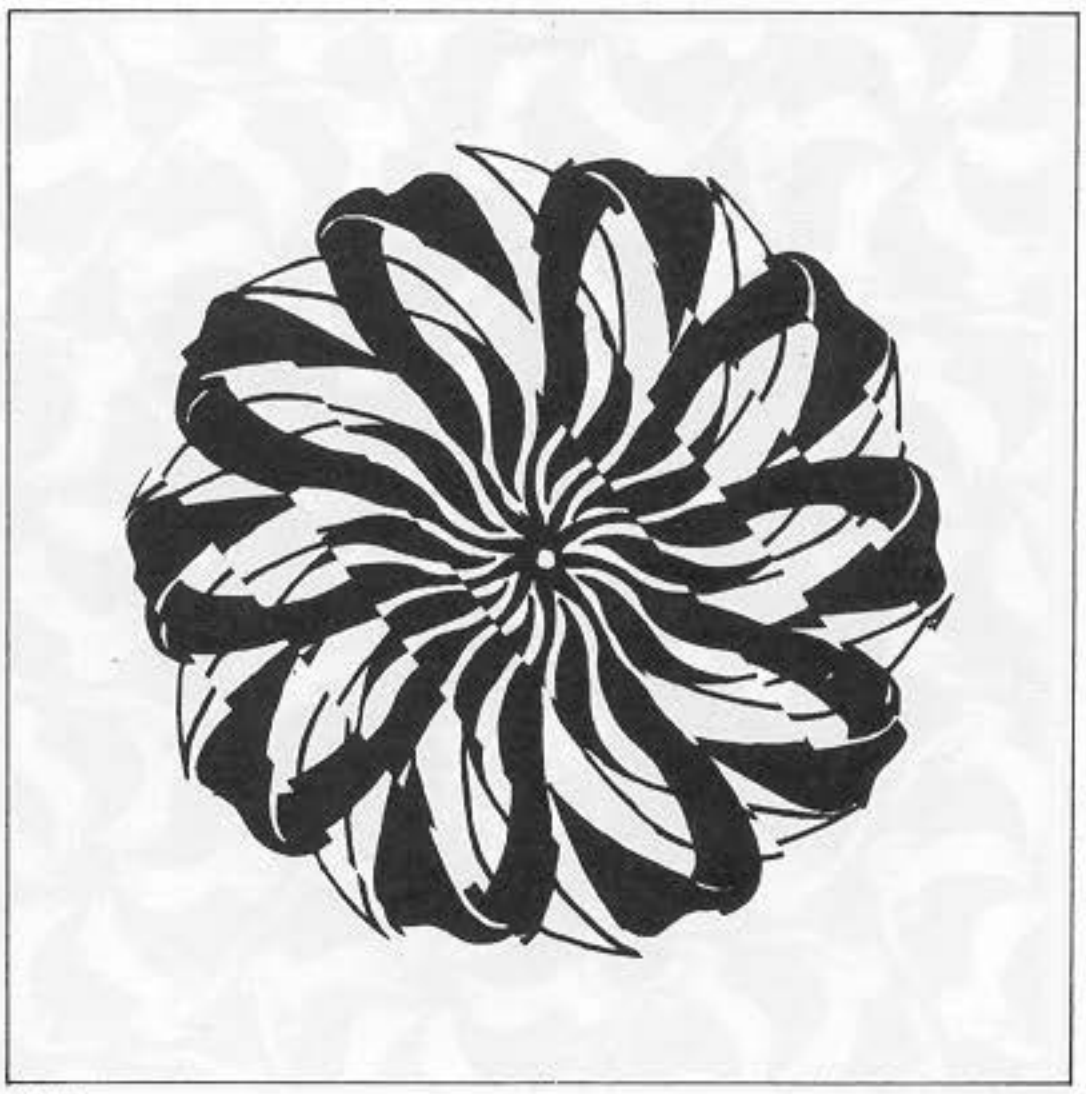
Una vez confeccionada la radiación, puede superponérsele una composición con líneas estructurales que formen subdivisiones paralelas o concéntricas que intercepten las formas. La intercepción puede traducirse en la intersección o dislocación parcial de las formas (figs. 357-361).



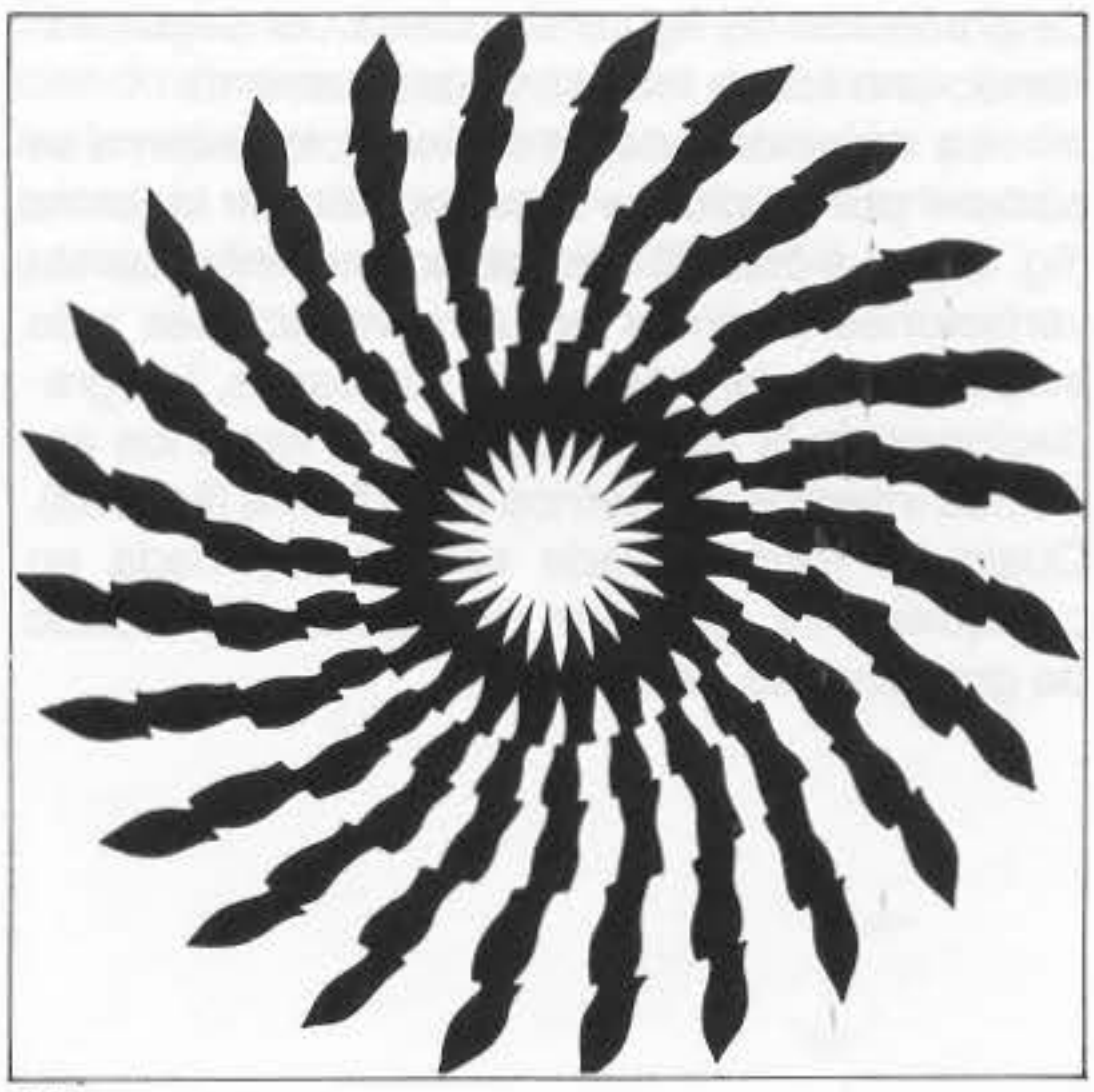
355



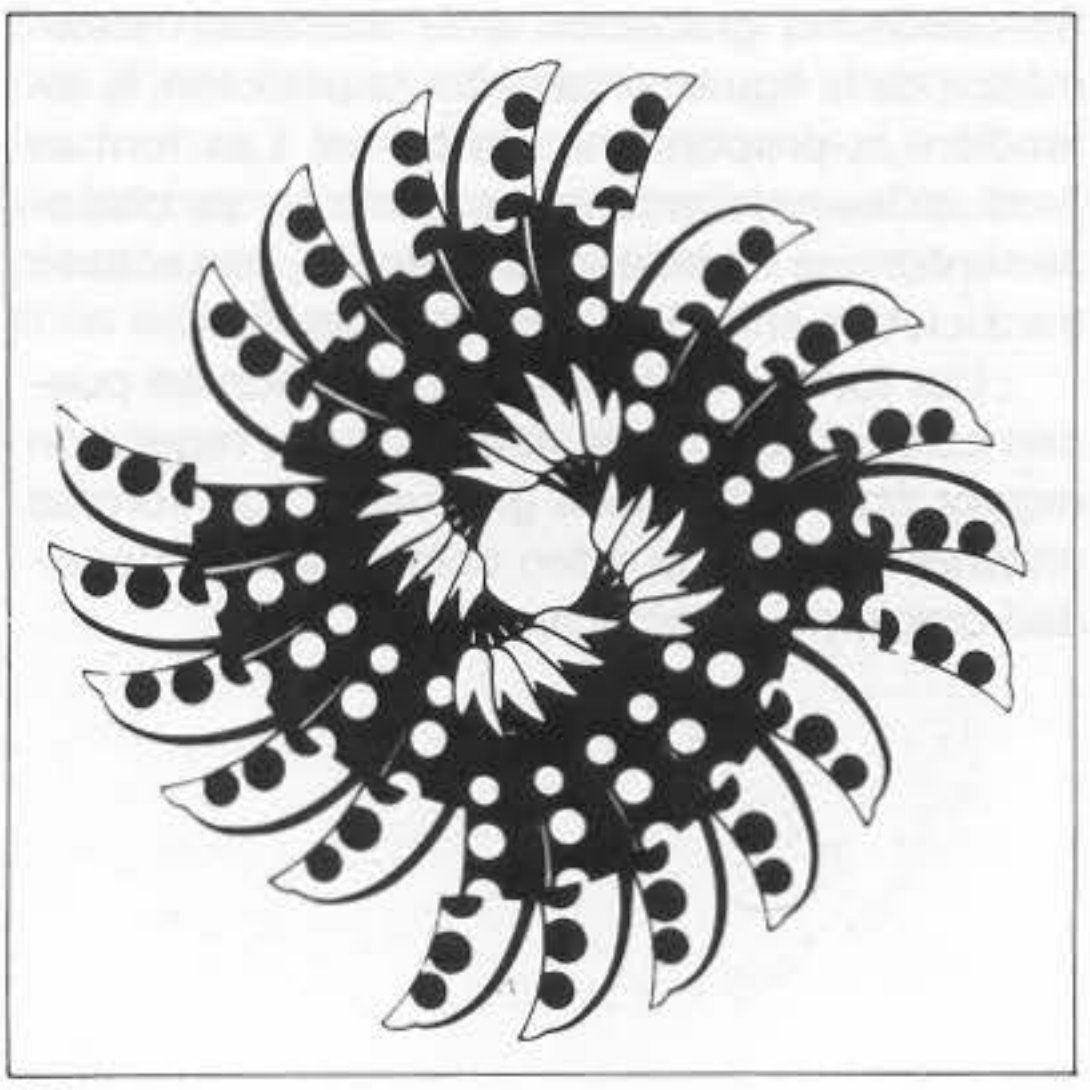
356



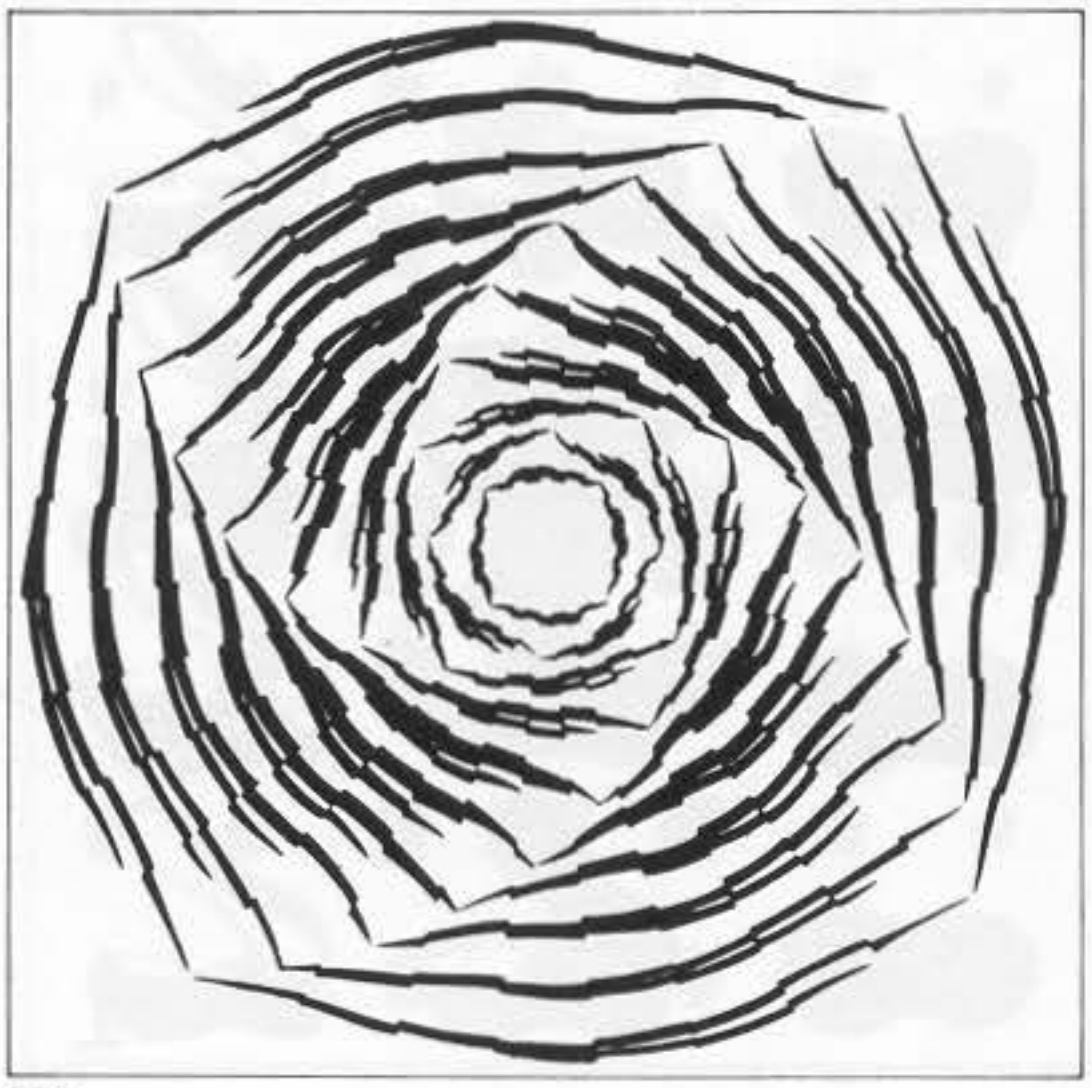
357



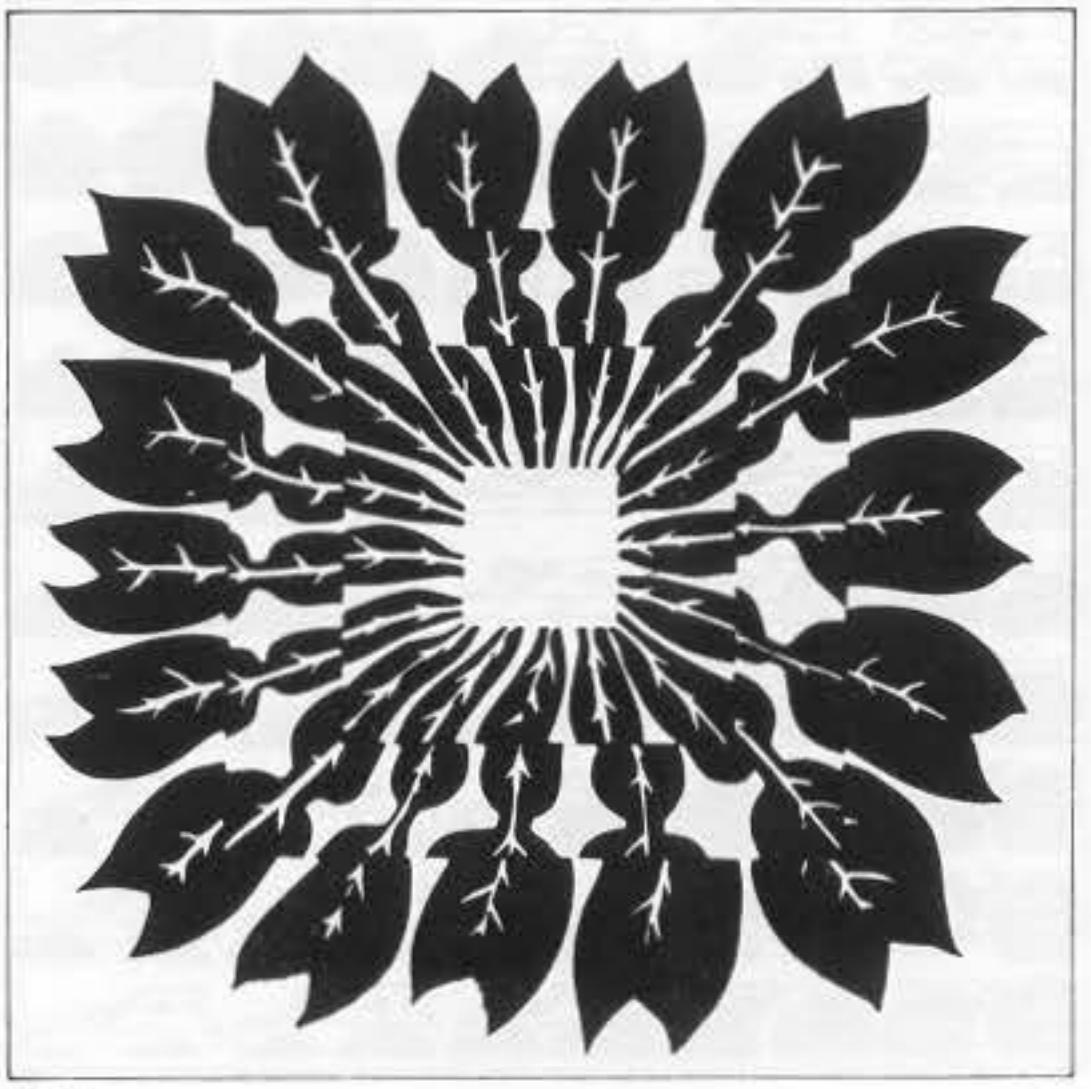
358



359



360



361

COMPOSICIONES CON GRADACIÓN

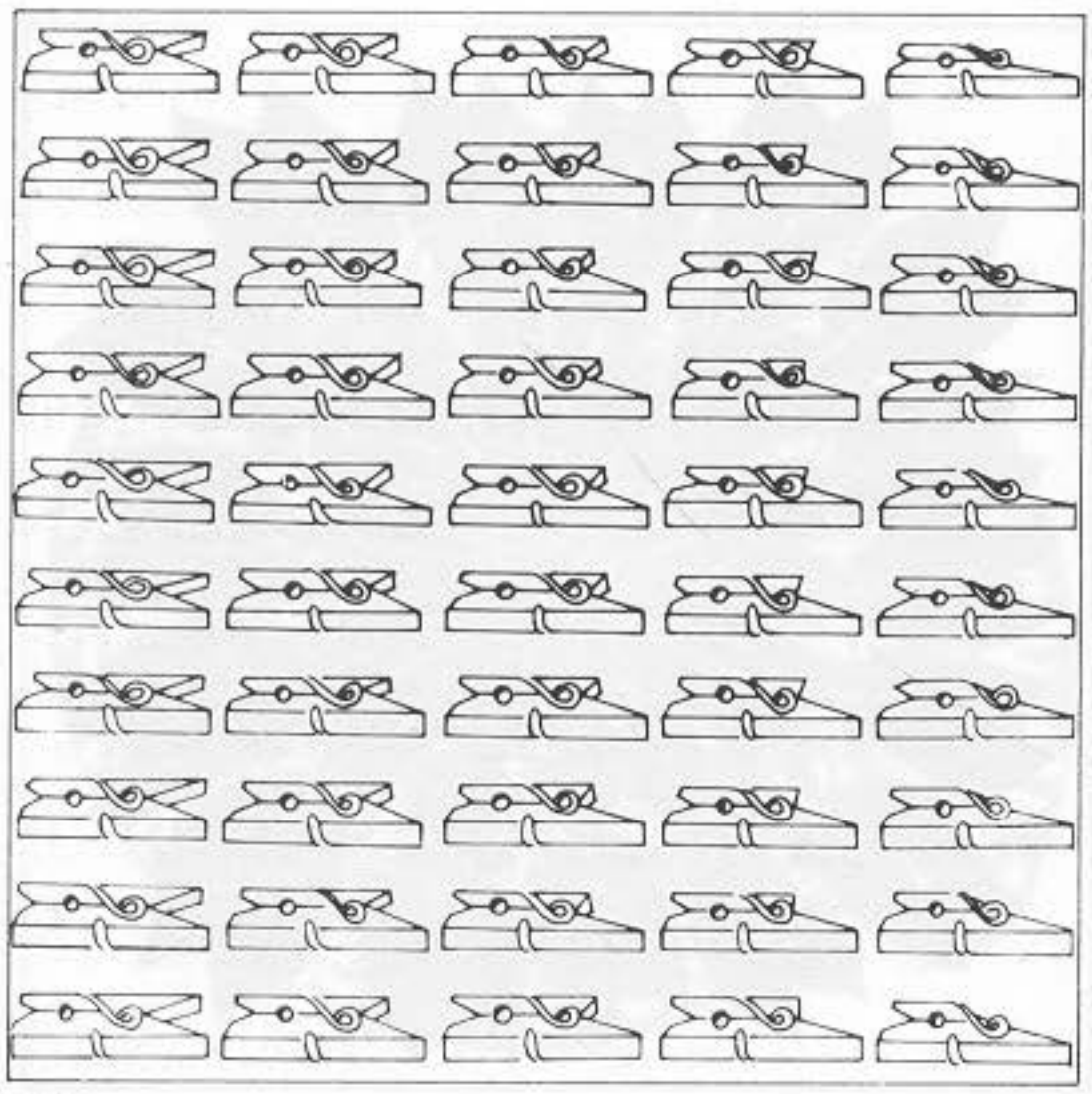
Se denomina gradación a la alteración sistemática de la figura, el tamaño, la posición, la dirección, la proporción o la forma. Las formas producidas mediante estos cambios se disponen entonces de manera secuencial, con suaves transiciones entre las formas sucesivas.

Las formas unitarias en gradación se pueden colocar según una estructura de repetición regular con variaciones graduales. Las formas unitarias también pueden colocarse con densidad creciente o decreciente.

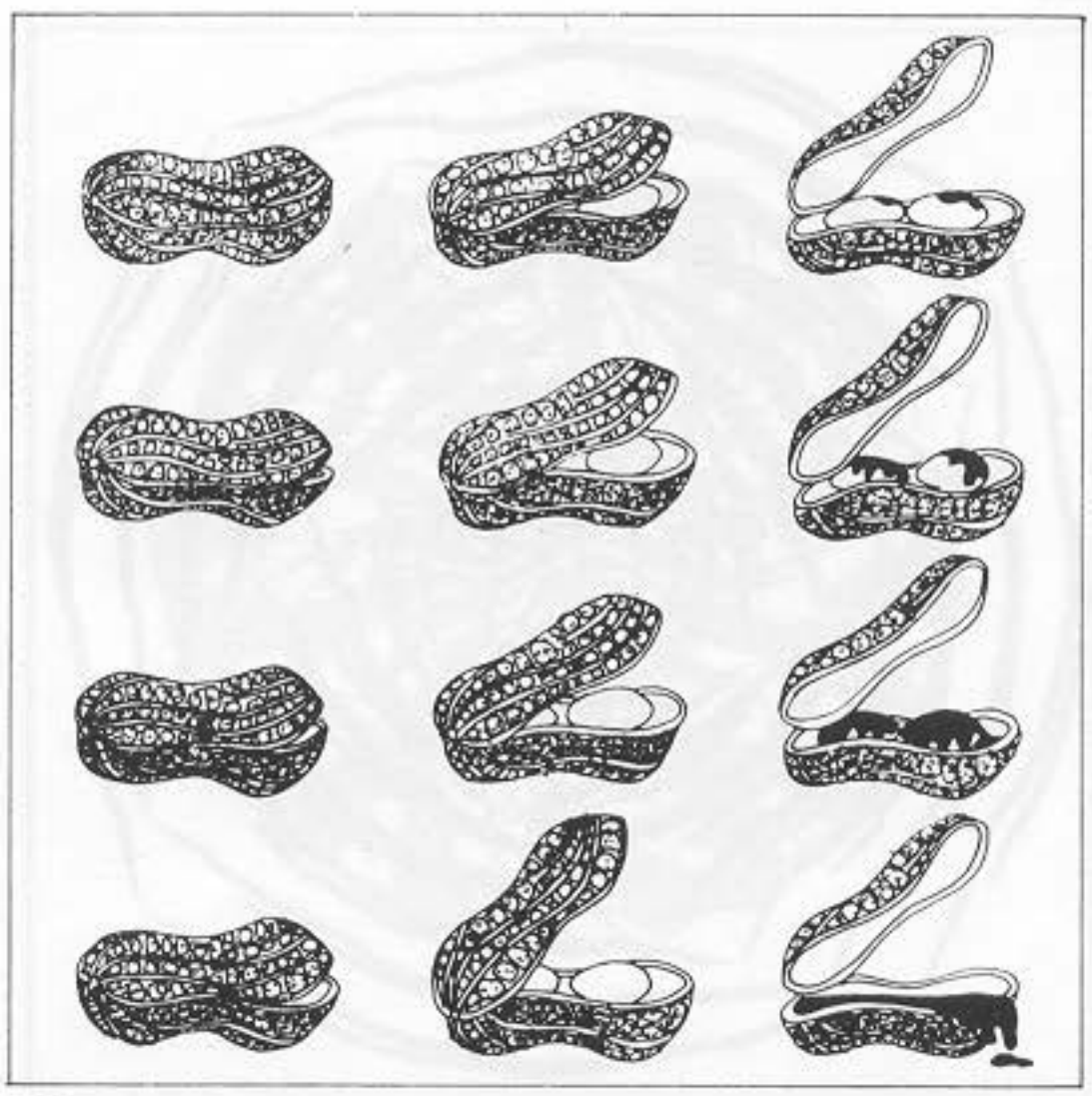
Gradación de figura

La gradación de figura se puede conseguir variando una forma interna y externamente.

La variación externa sin variación interna se obtiene por adición o substracción de la forma (fig. 362). La creación de variaciones internas sin variaciones externas requiere variaciones más evidentes. En la mayoría de los casos, las gradaciones de la figura afectan a la vez a los aspectos internos y externos de la forma (fig. 363). Cualquier forma puede ser transformada en cualquier otra mediante un número adecuado de gradaciones de la figura.



362



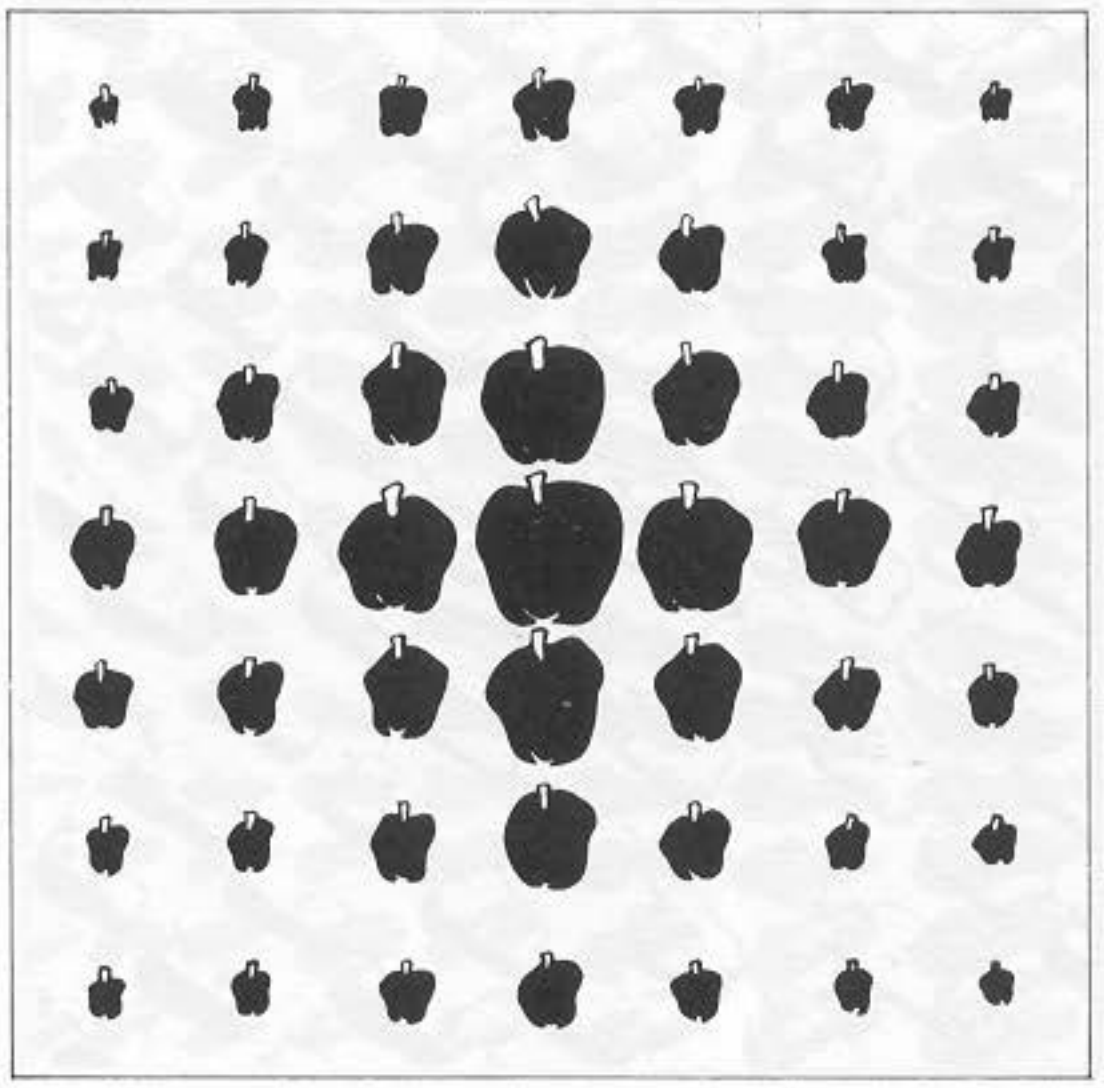
363

Gradación de tamaño

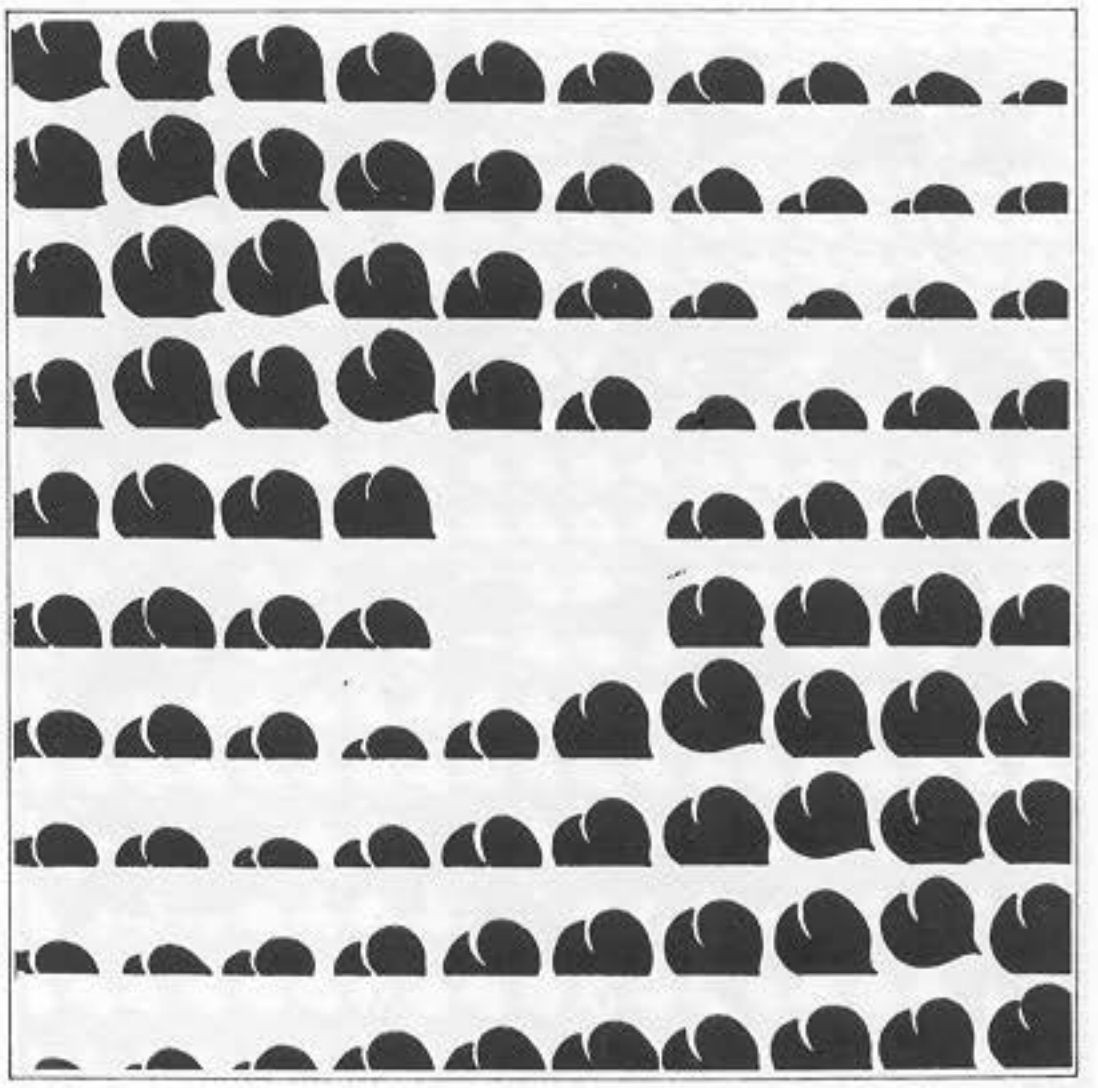
El tamaño se puede alterar ampliando o reduciendo formas dispuestas en secuencia (normalmente en repetición). La transición puede pasar de ritmos ligeros a fuertes, de fuertes a ligeros, o de forma alternada (fig. 364).

Gradación de posición

Esto es posible en una estructura de repetición con líneas estructurales activas que interceptan las formas y las cortan parcialmente. La altura de las formas disminuye a medida que se desplazan gradualmente hacia abajo a lo largo de la línea estructural (fig. 365).



364

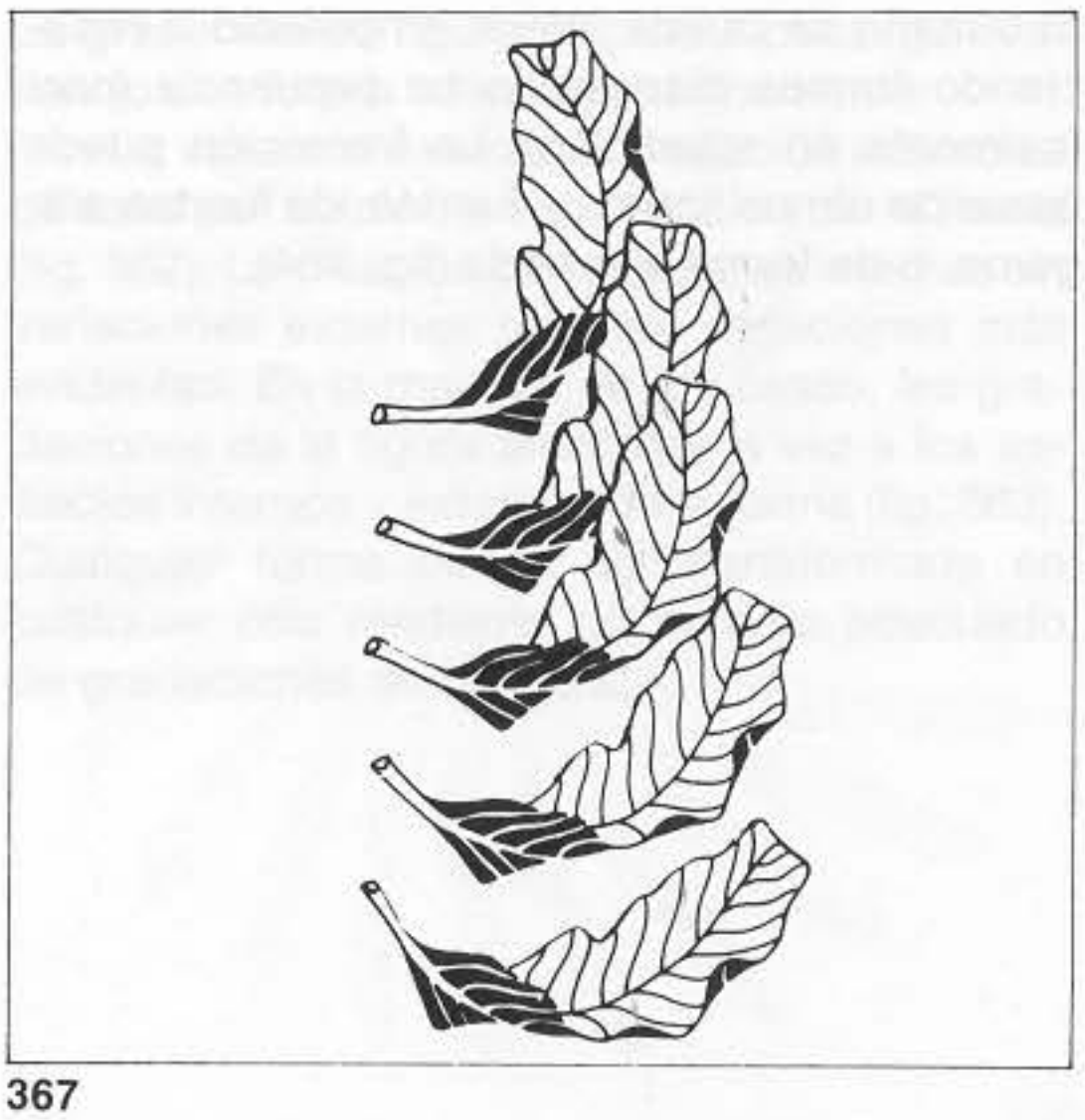


365

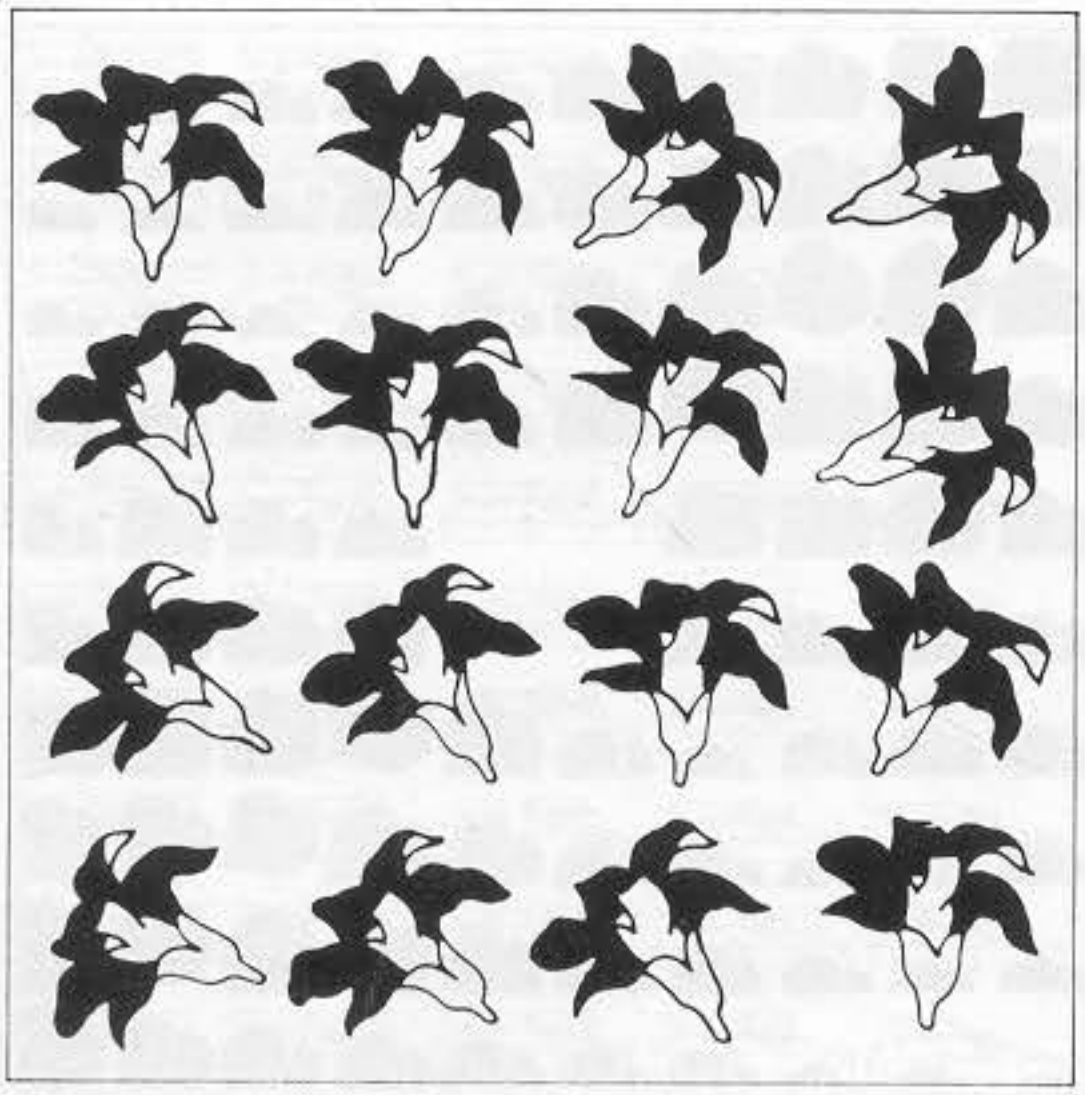
Gradación de dirección

Girando una forma de izquierda a derecha sobre una superficie plana, manteniendo su contorno, se efectúa un cambio de dirección (figs. 366, 367). También se cambia la dirección si se la gira de delante a atrás en un espacio tri-dimensional; las diferentes vistas se ven como contornos diferentes (figs. 368, 369).

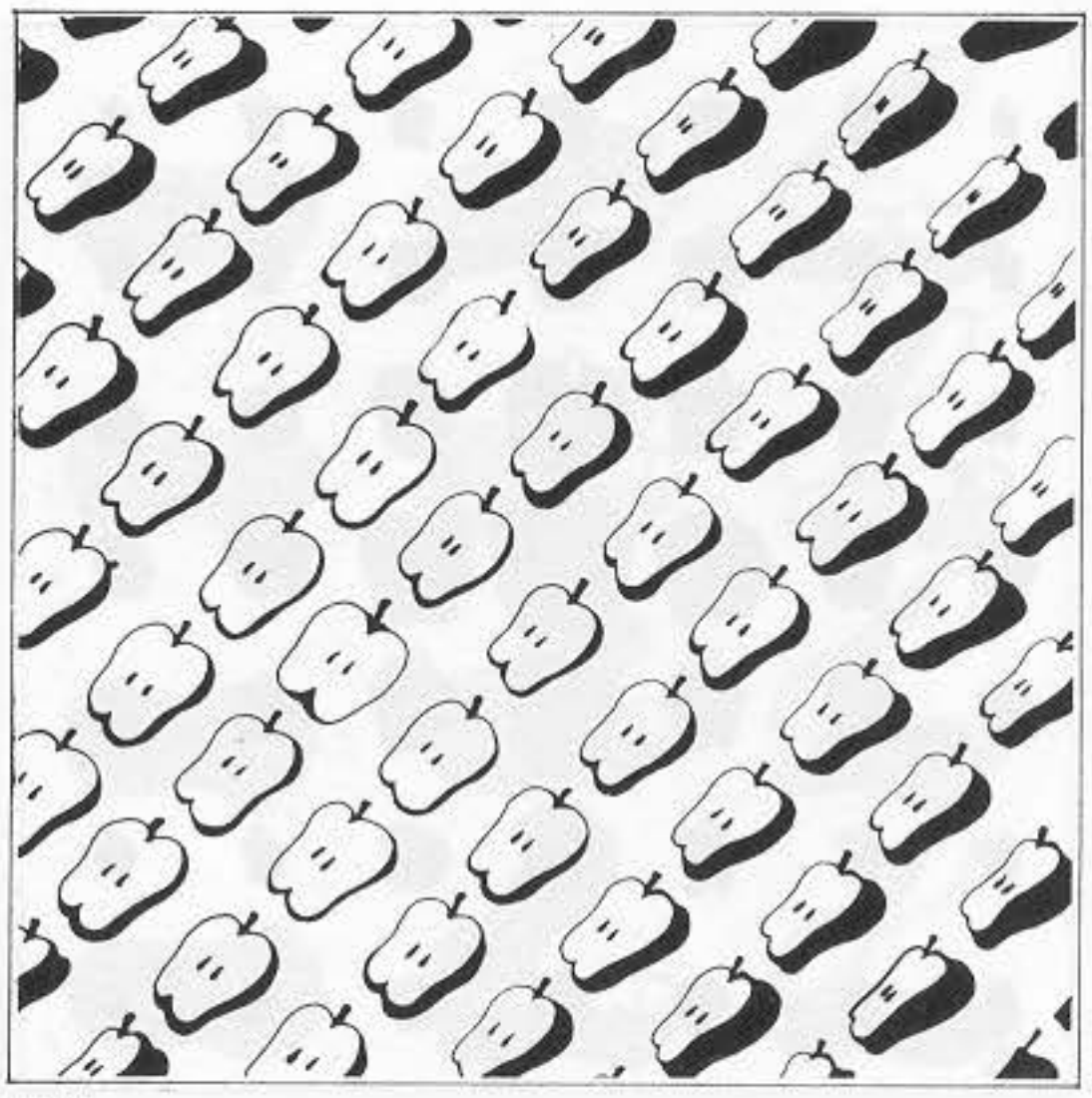
La figura 370 presenta cambios direccionales de izquierda a derecha y de delante a atrás, así como gradaciones de forma y tamaño.



367

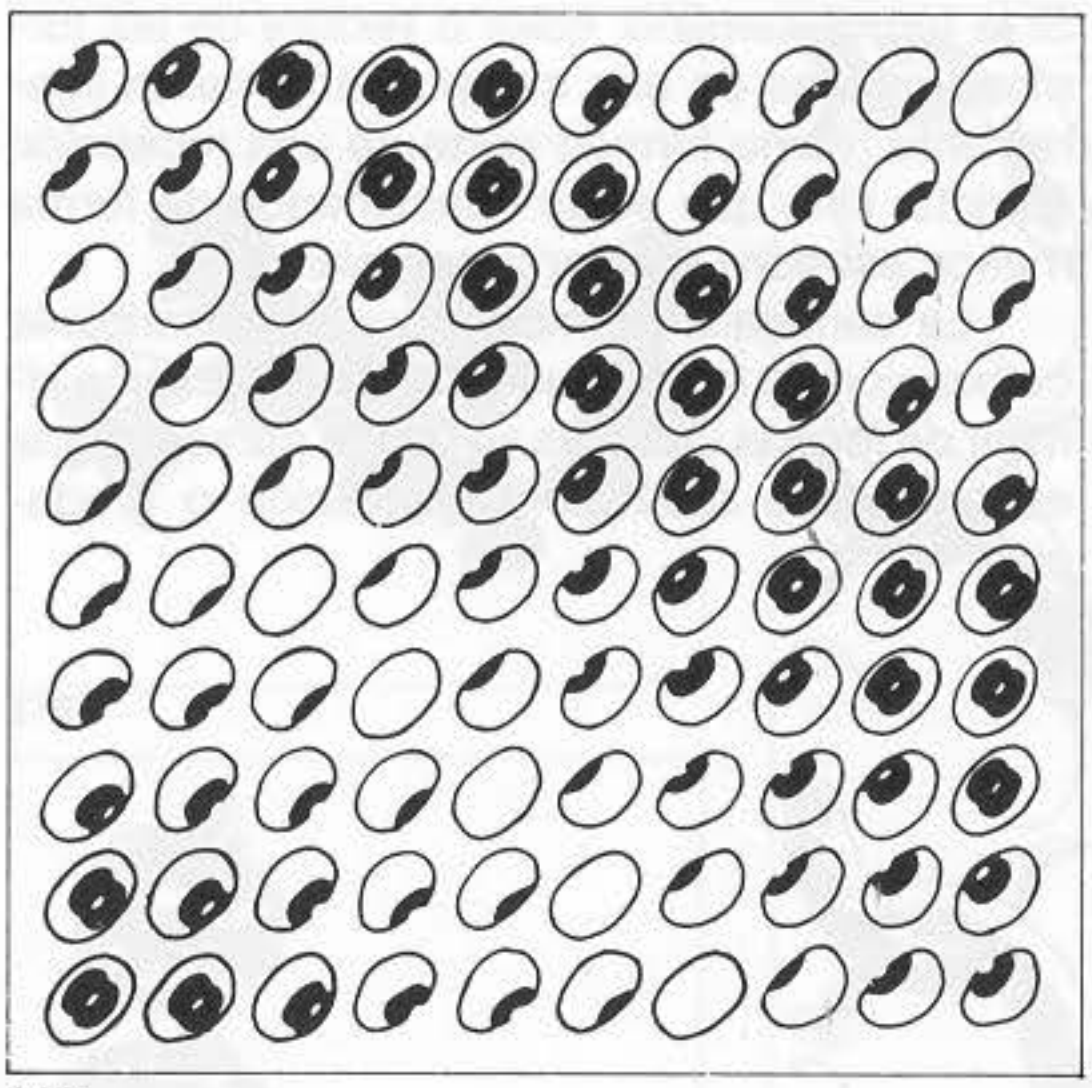


366



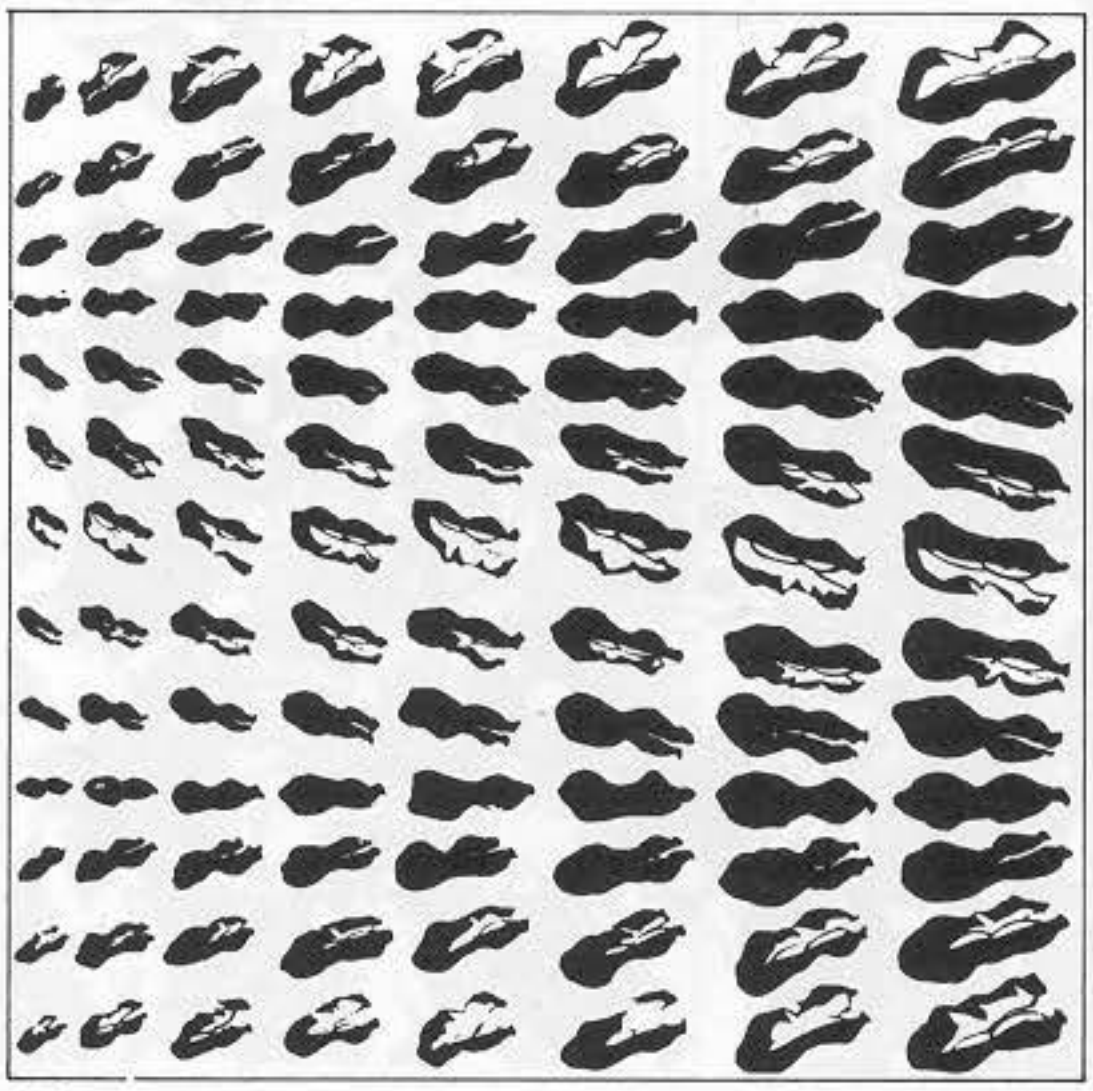
368

Gradación de proporción

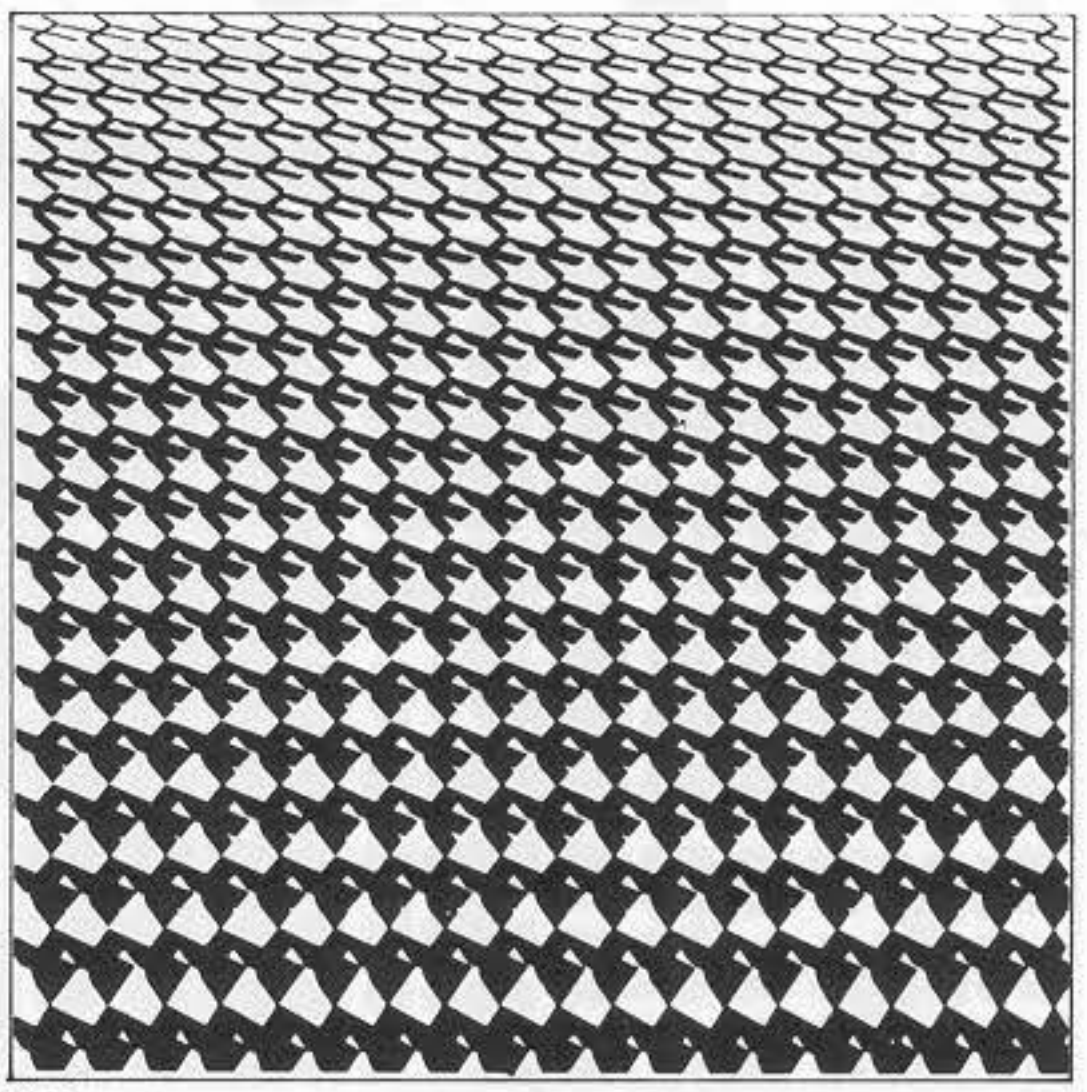


369

El estrechamiento o ampliación de subdivisiones en una estructura de gradación puede exigir el estrechamiento o ensanchamiento de las formas. Las formas alteradas de esta manera quedan afectadas por una gradación de proporción, que implica considerables distorsiones de la figura (figs. 371-373).



370

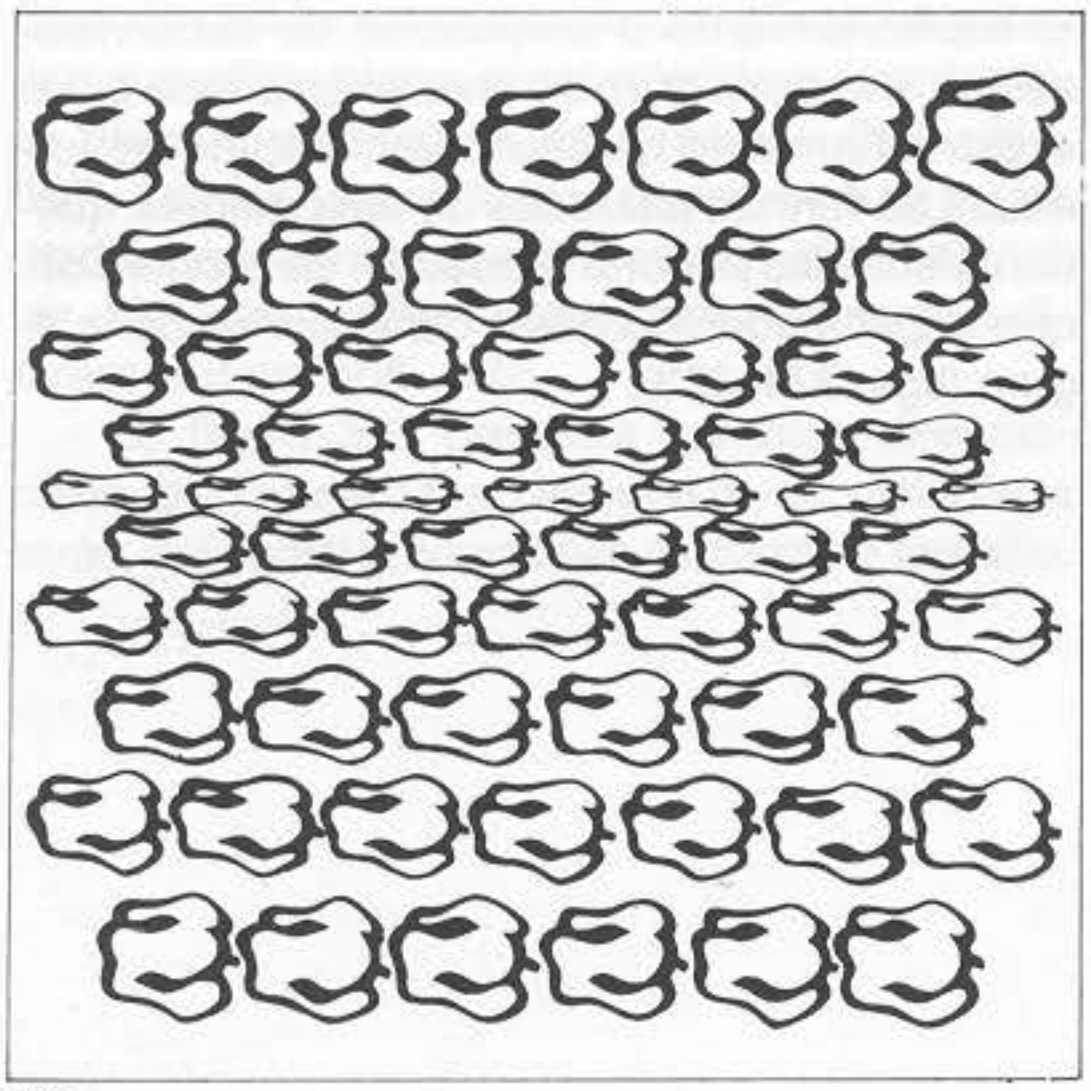


371

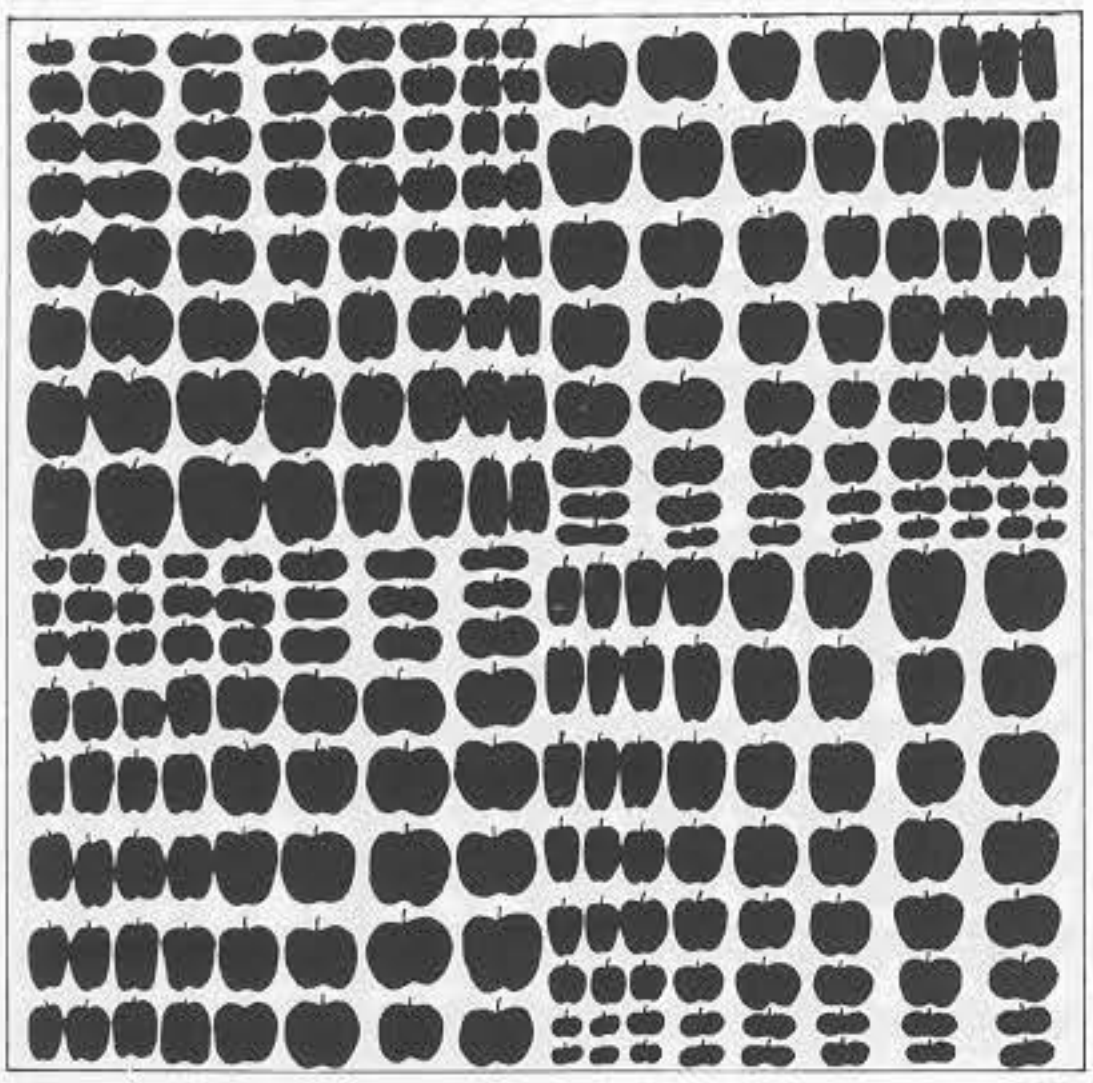
COMPOSICIONES CON SEMEJANZA

Si la forma, tamaño, color o textura de las formas unitarias de una composición varían ligeramente, ya no forman parte de una repetición estricta, sino que están relacionados de forma menos estrecha mediante *semejanza*.

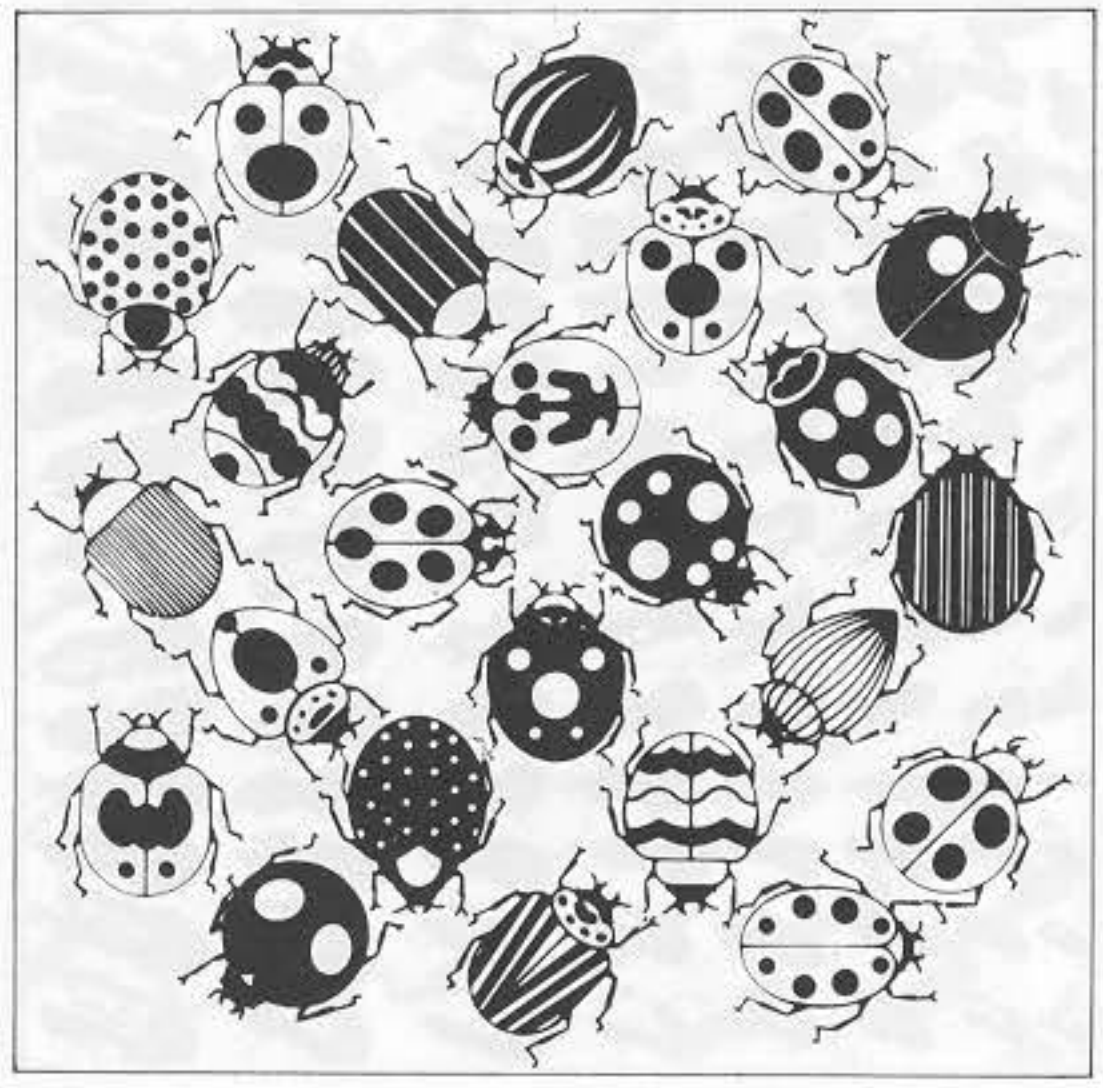
La semejanza también puede describir la colocación de formas unitarias; la colocación similar de formas unitarias se puede parecer a una estructura de repetición, irradiación o gradación.



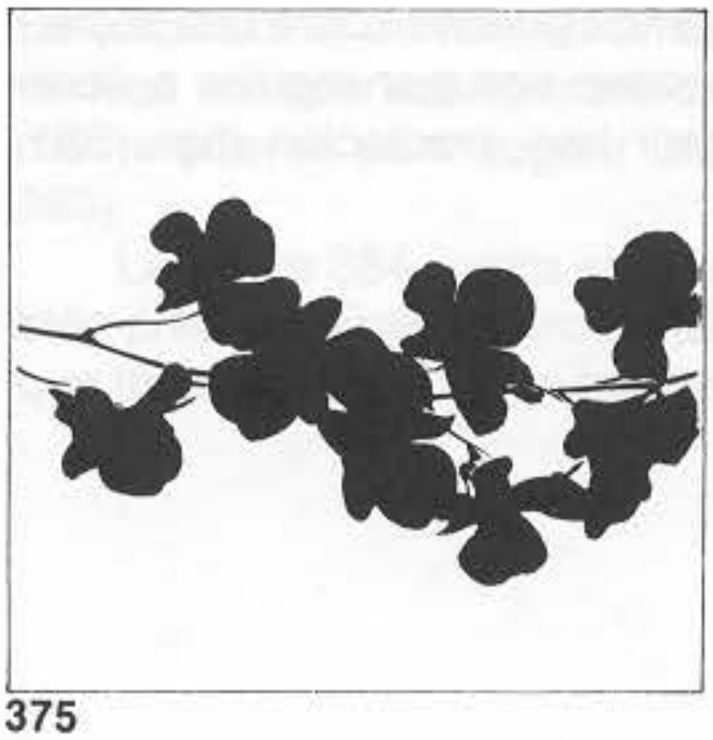
372



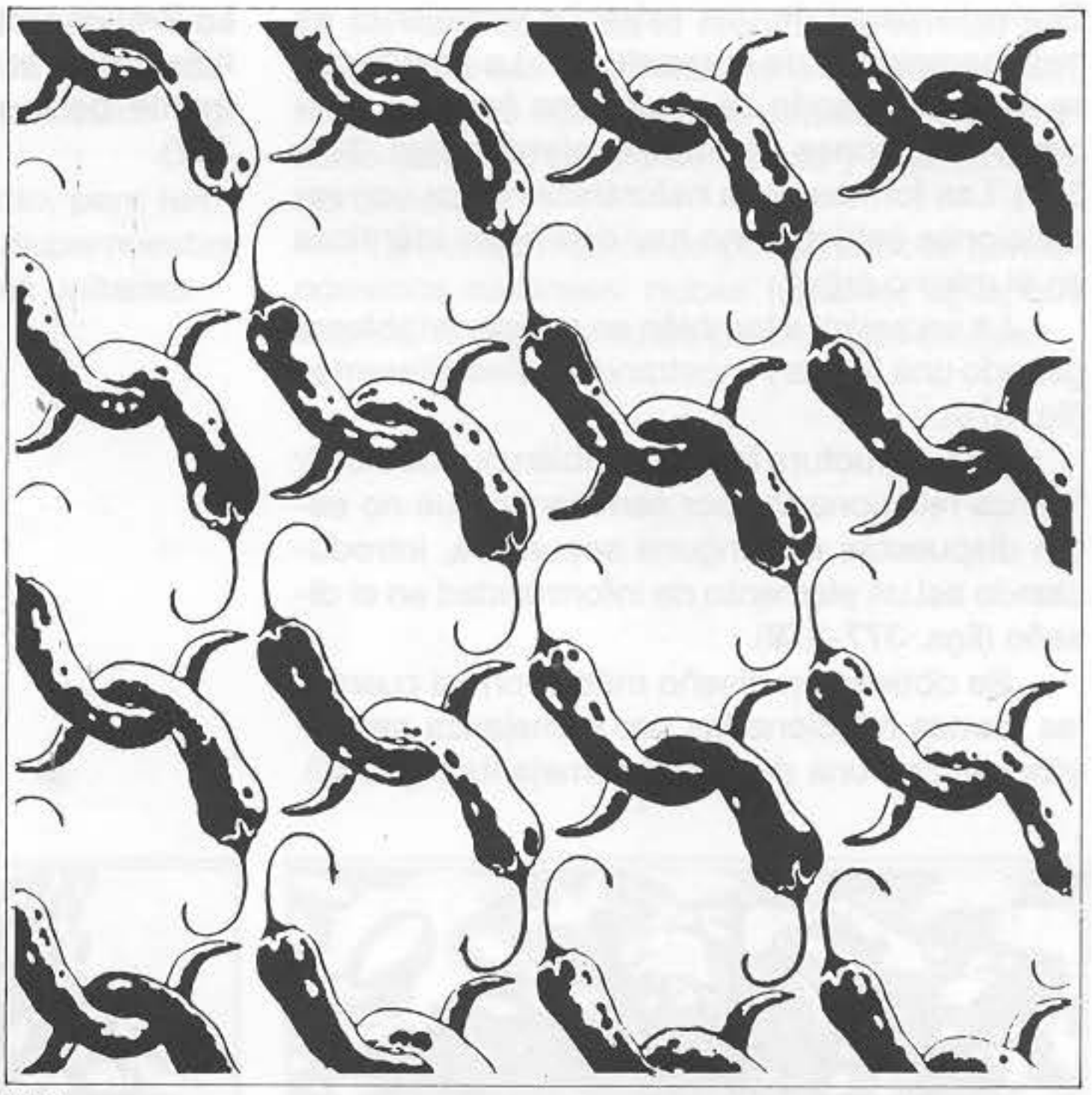
373



374



375

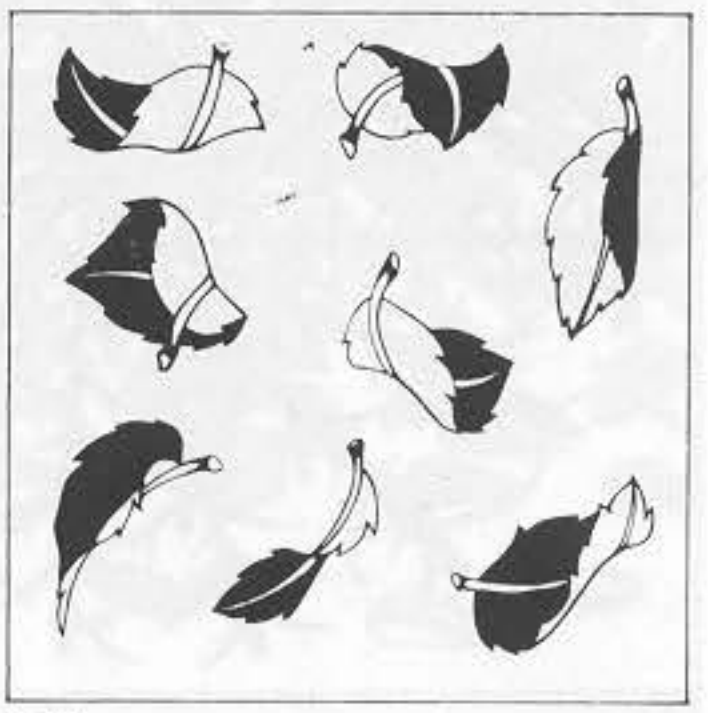


376

378

377

379



380

Semejanza y repetición

El efecto visual de una estrecha semejanza es muy parecido al de la repetición. La semejanza se obtiene cuando se repite una forma con ligeras variaciones externas e internas (figs. 374, 375). Las formas de la naturaleza nunca son repeticiones estrictas, no hay dos hojas idénticas en el mismo árbol.

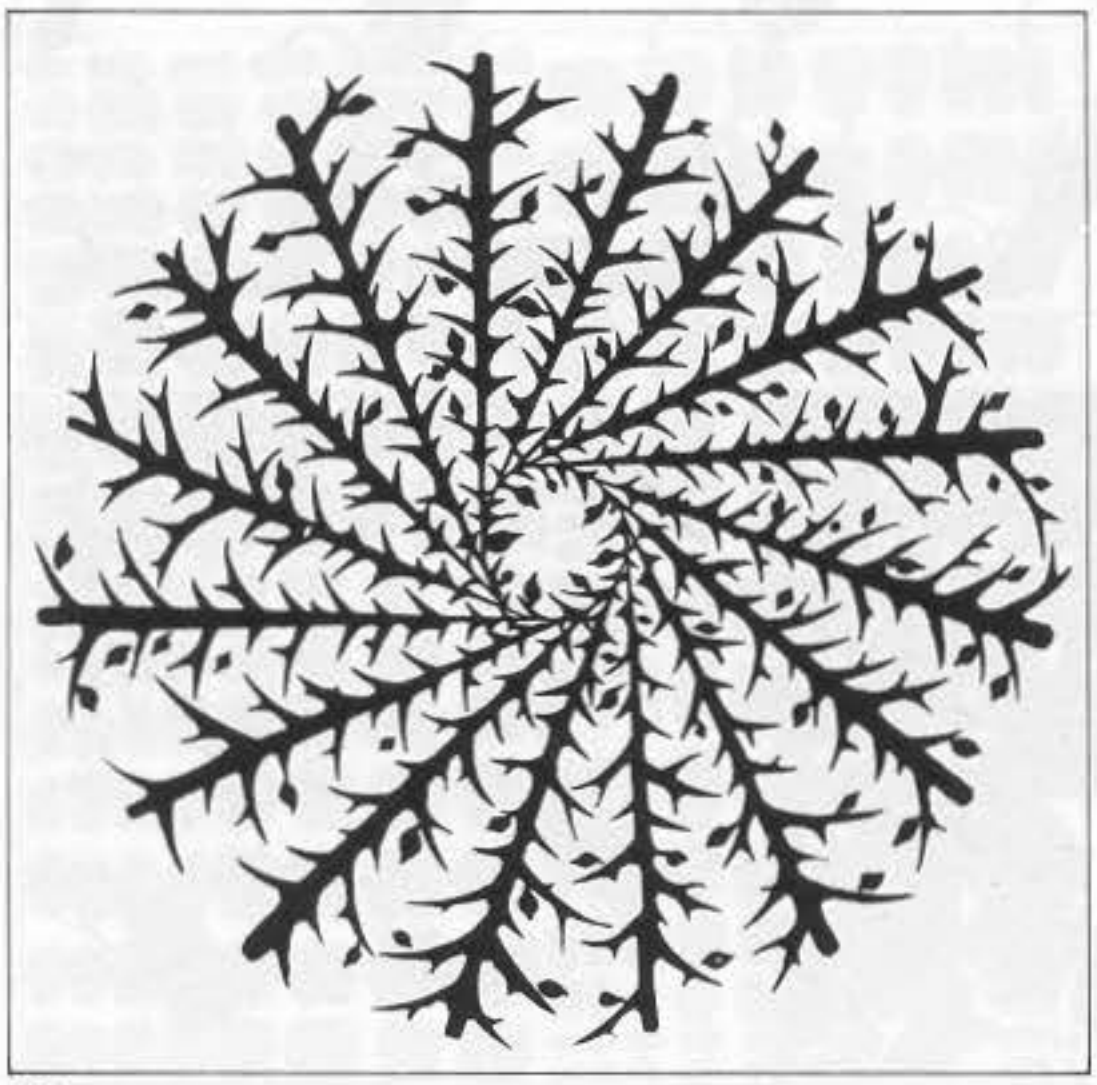
La semejanza también se puede establecer girando una forma y mostrando vistas diferentes (fig. 376).

Una estructura formal también puede incluir formas relacionadas por semejanza que no estén dispuestas en ninguna secuencia, introduciendo así un elemento de informalidad en el diseño (figs. 377-379).

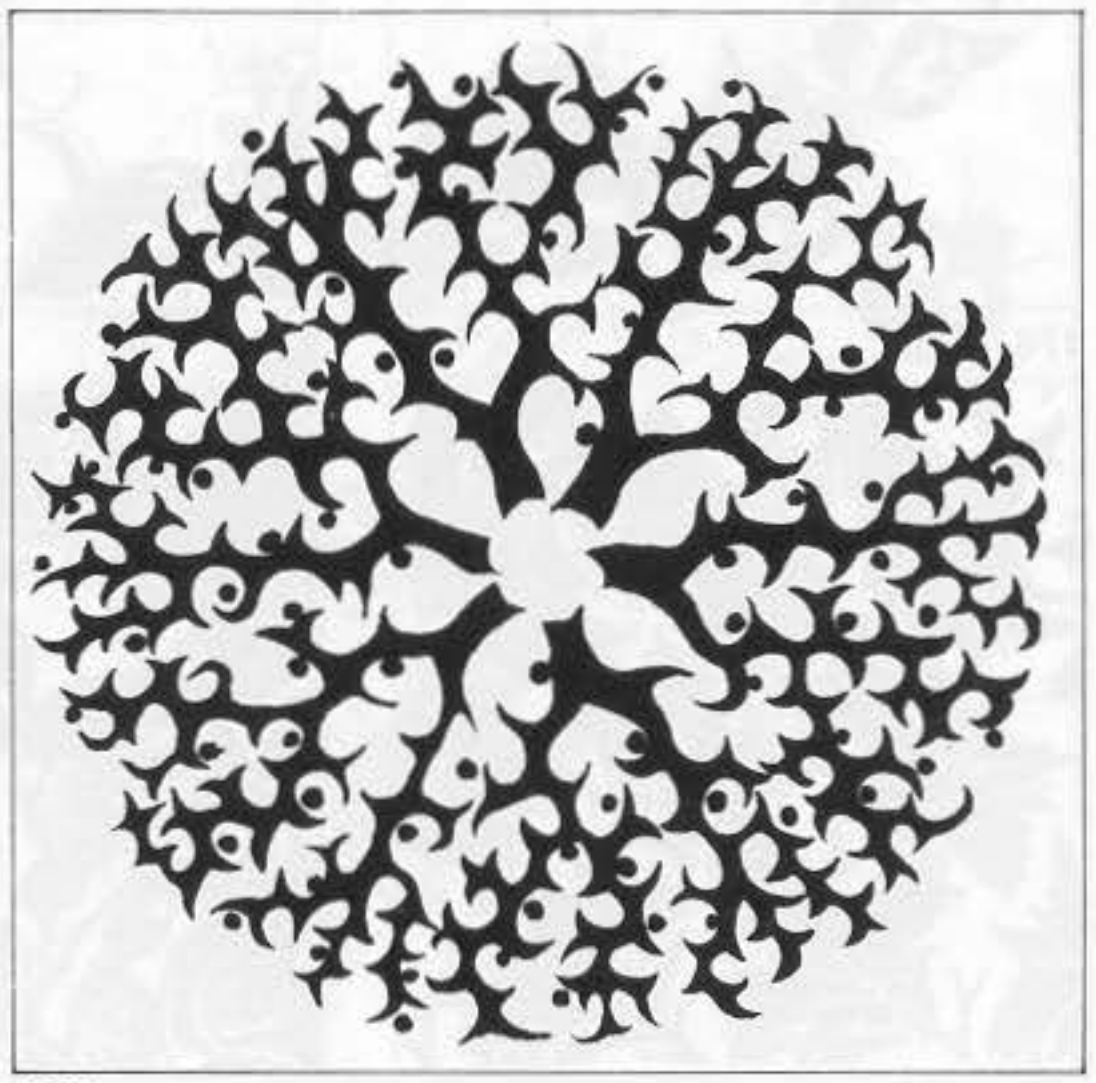
Se obtiene un diseño más informal cuando las formas relacionadas por semejanza se distribuyen con una densidad semejante (fig. 380).

Semejanza y radiación

La formas semejantes giradas sobre una superficie plana se pueden agrupar regular o libremente para sugerir una irradiación (figs. 381, 382).



381



382

Semejanza y gradación

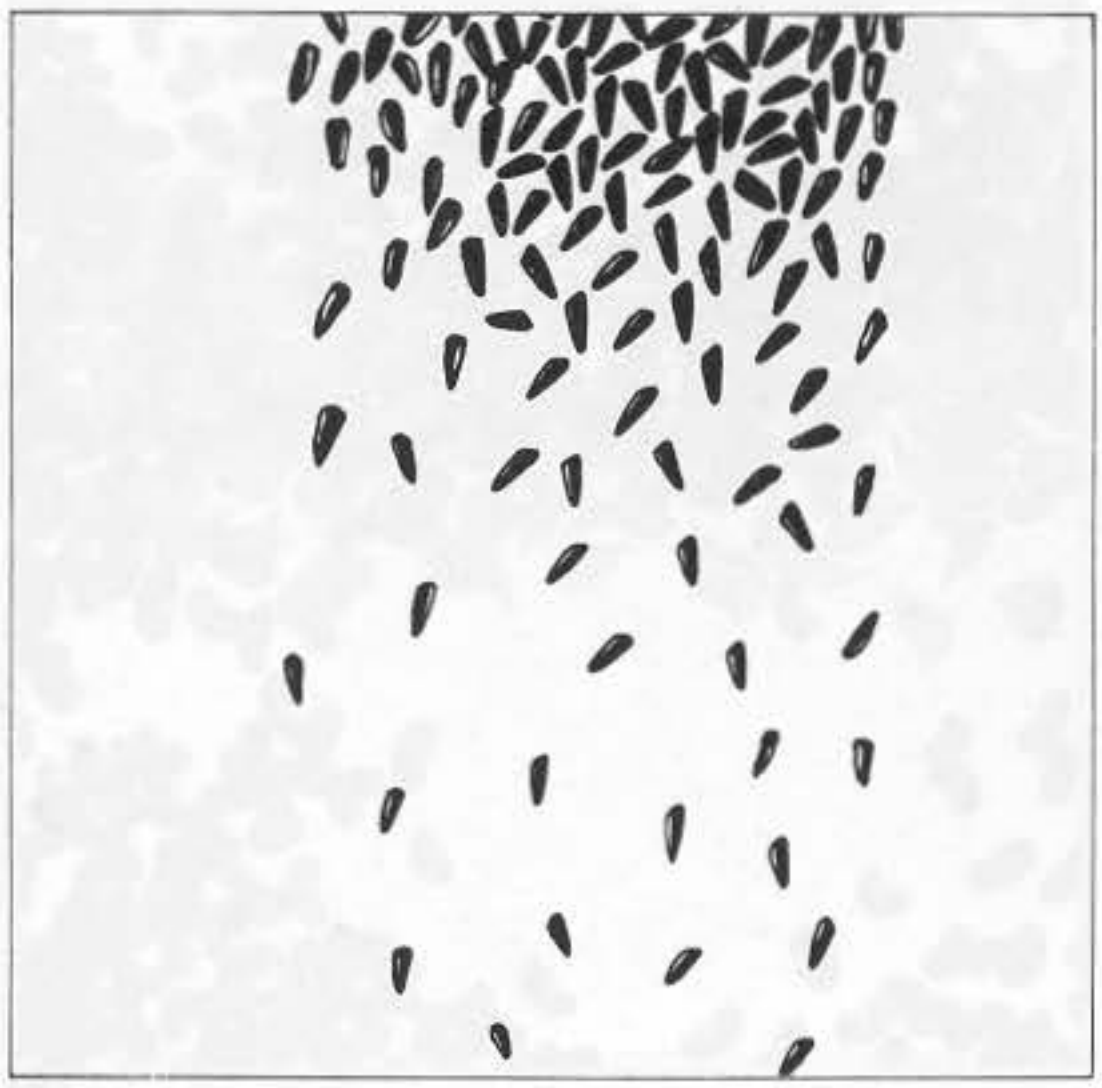
La disposición de formas unitarias puede ir de densas a dispersas en transiciones moderadamente suaves para sugerir una gradación (fig. 383).

La figura 384 ilustra este efecto, pero también presenta líneas estructurales superpuestas que interceptan y cortan las formas unitarias.

COMPOSICIÓN CON CONCENTRACIÓN

La *concentración* es la reunión de formas unitarias en áreas concretas de una composición. Esto produce movimientos rítmicos, que a menudo crean un centro de interés y aspectos subordinados.

La concentración se puede asociar con fenómenos naturales: nubes fugaces, agua que salpica, hojas que caen, pajaros que emigran.



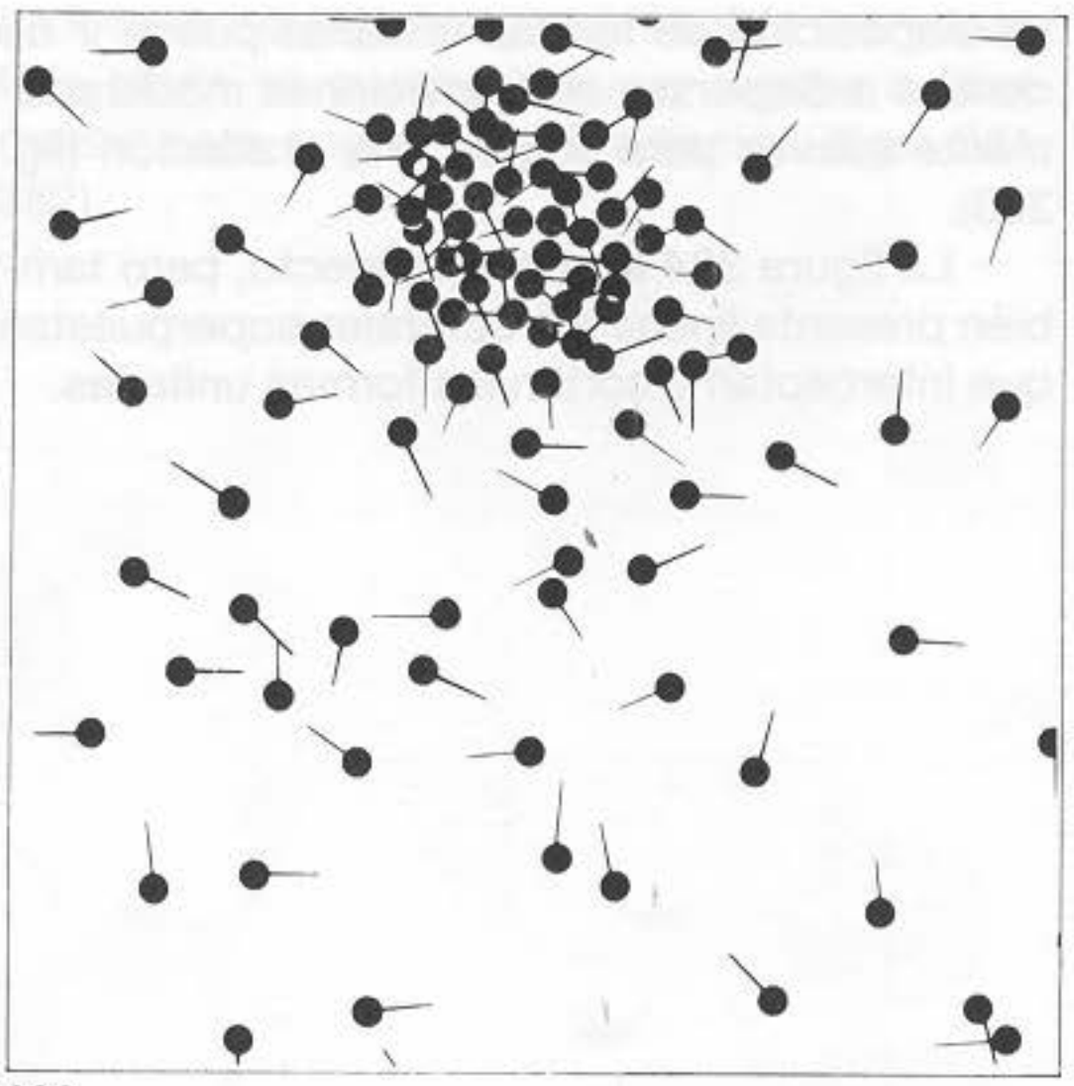
383

384

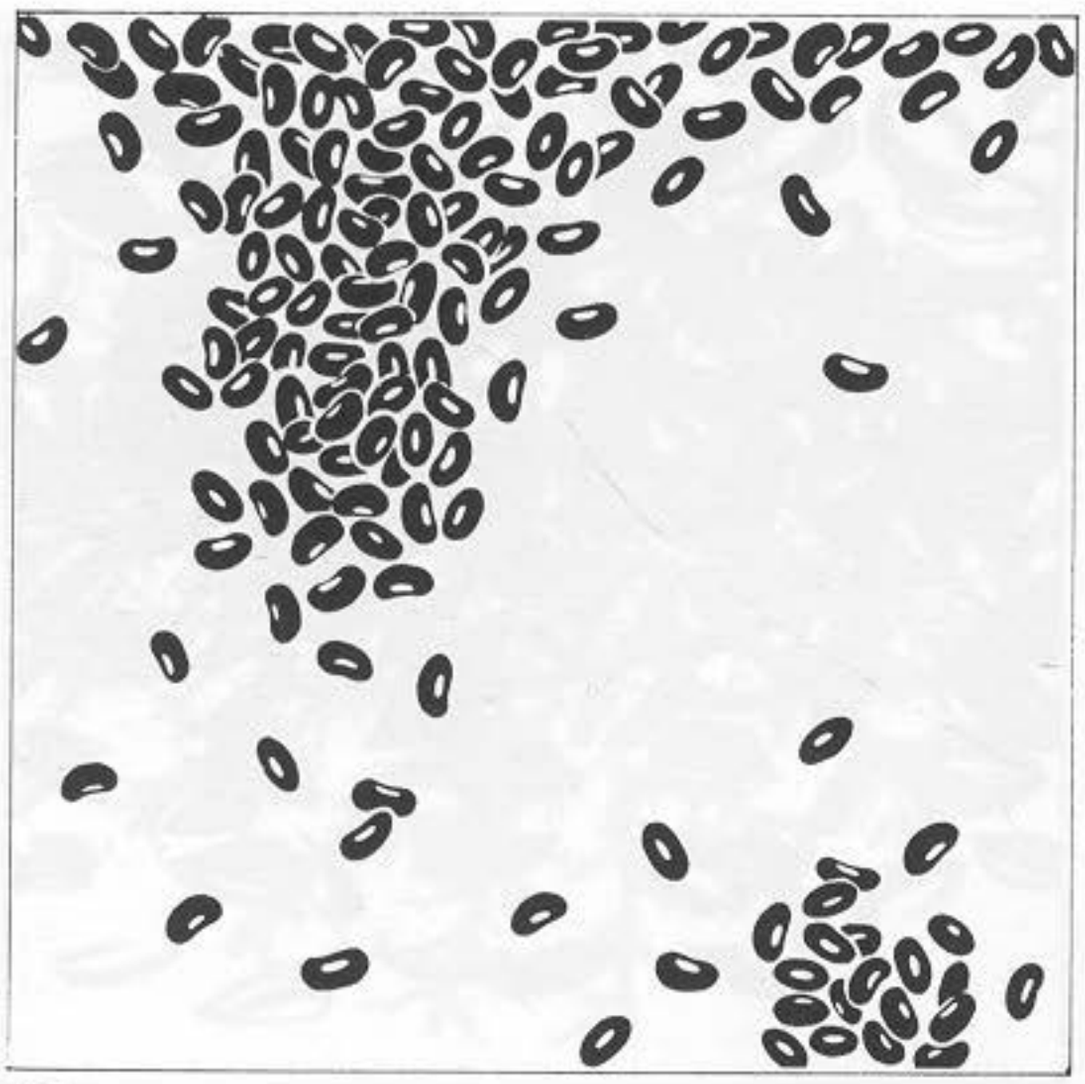
Puntos de concentración

Un punto de una composición puede marcar la condensación más densa de formas unitarias. La densidad puede dejar paso gradualmente a una colocación dispersa de elementos; los elementos sueltos pueden animar un espacio que de otra manera quedaría en blanco (figs. 385, 386).

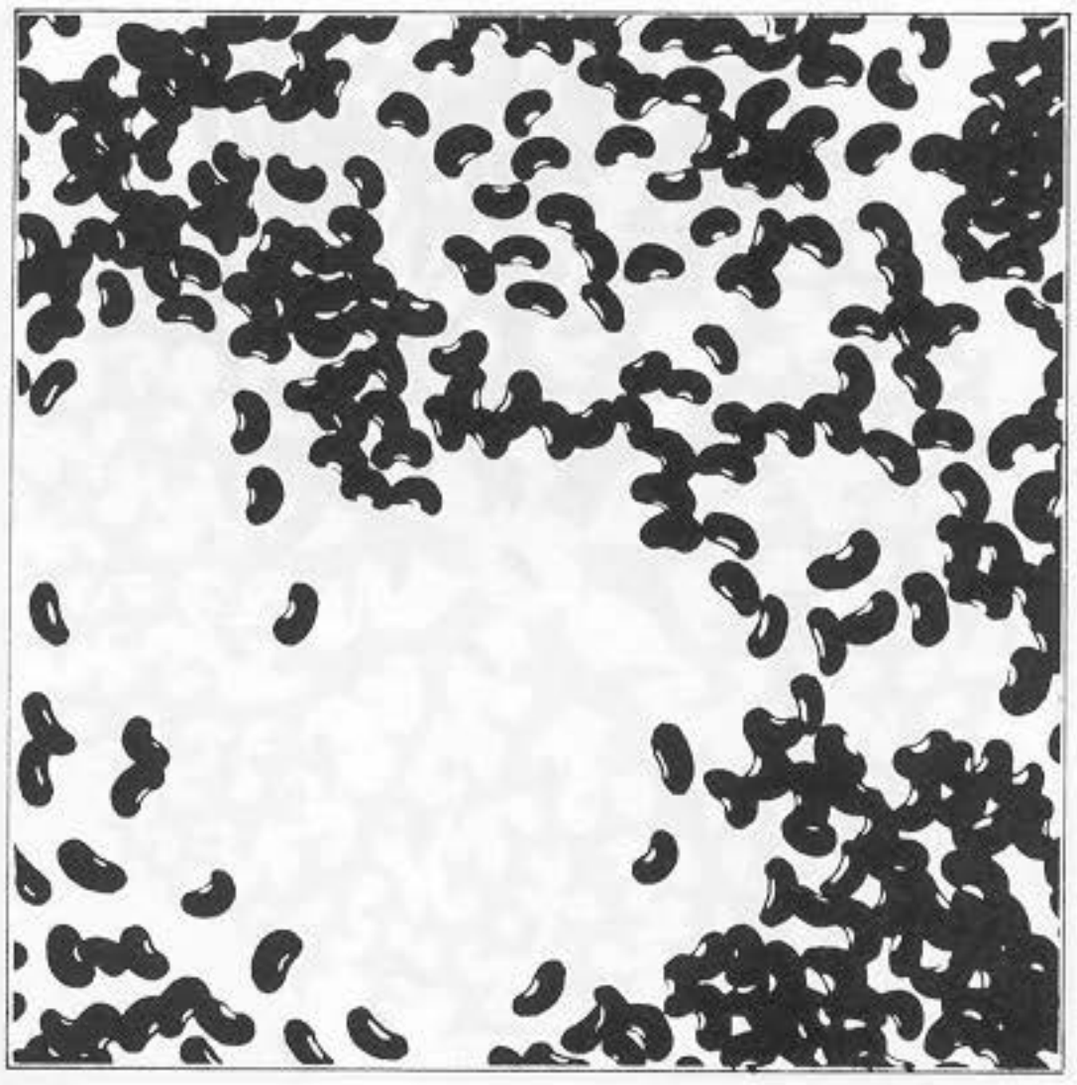
Cuando hay más de un punto de concentración, deben variar las densidades en los diferentes puntos, para que emerja uno de los puntos como el centro de interés. En las áreas densas, destacan los vacíos; un vacío es a menudo el centro de interés en una composición con elementos agrupados densamente (fig. 387).



386



385

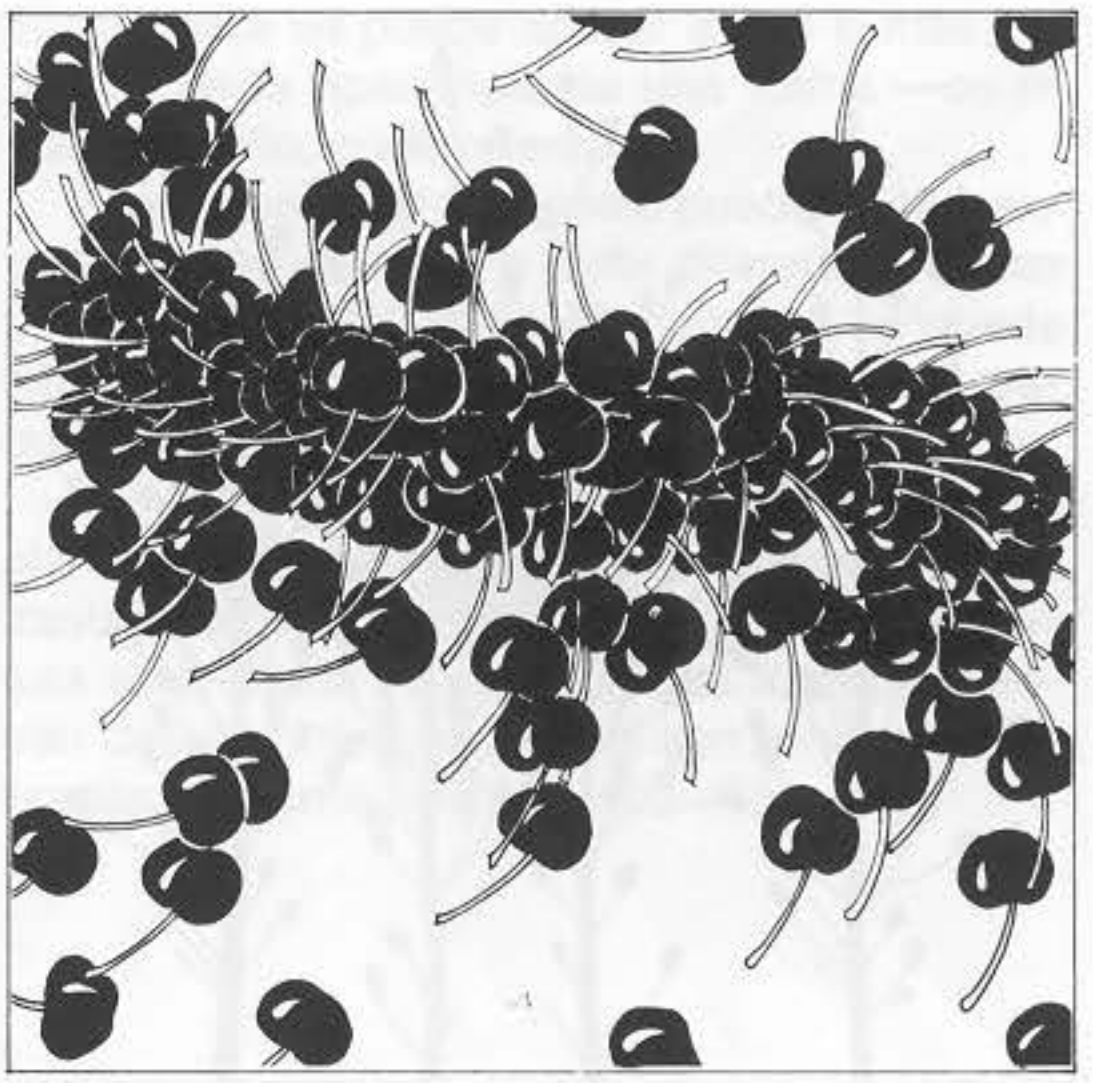


387

Concentración lineal

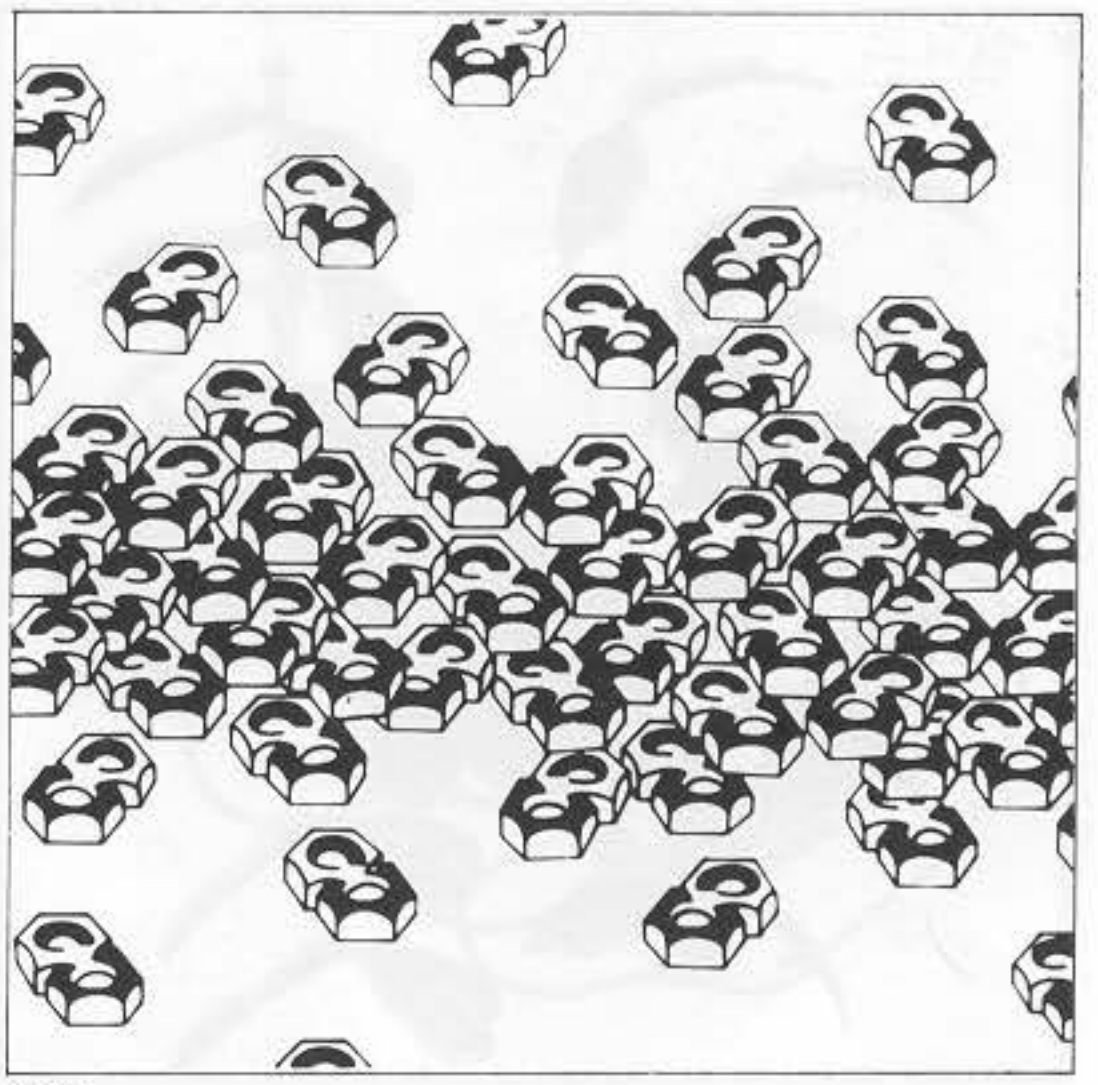
Un área concentrada de un diseño puede ser lineal, formando una banda, con elementos sueltos o sin ellos en las cercanías (figs. 388-390).

Las formas unitarias de la banda pueden variar de densidad (fig. 391). Una composición puede contener más de una banda (fig. 392).



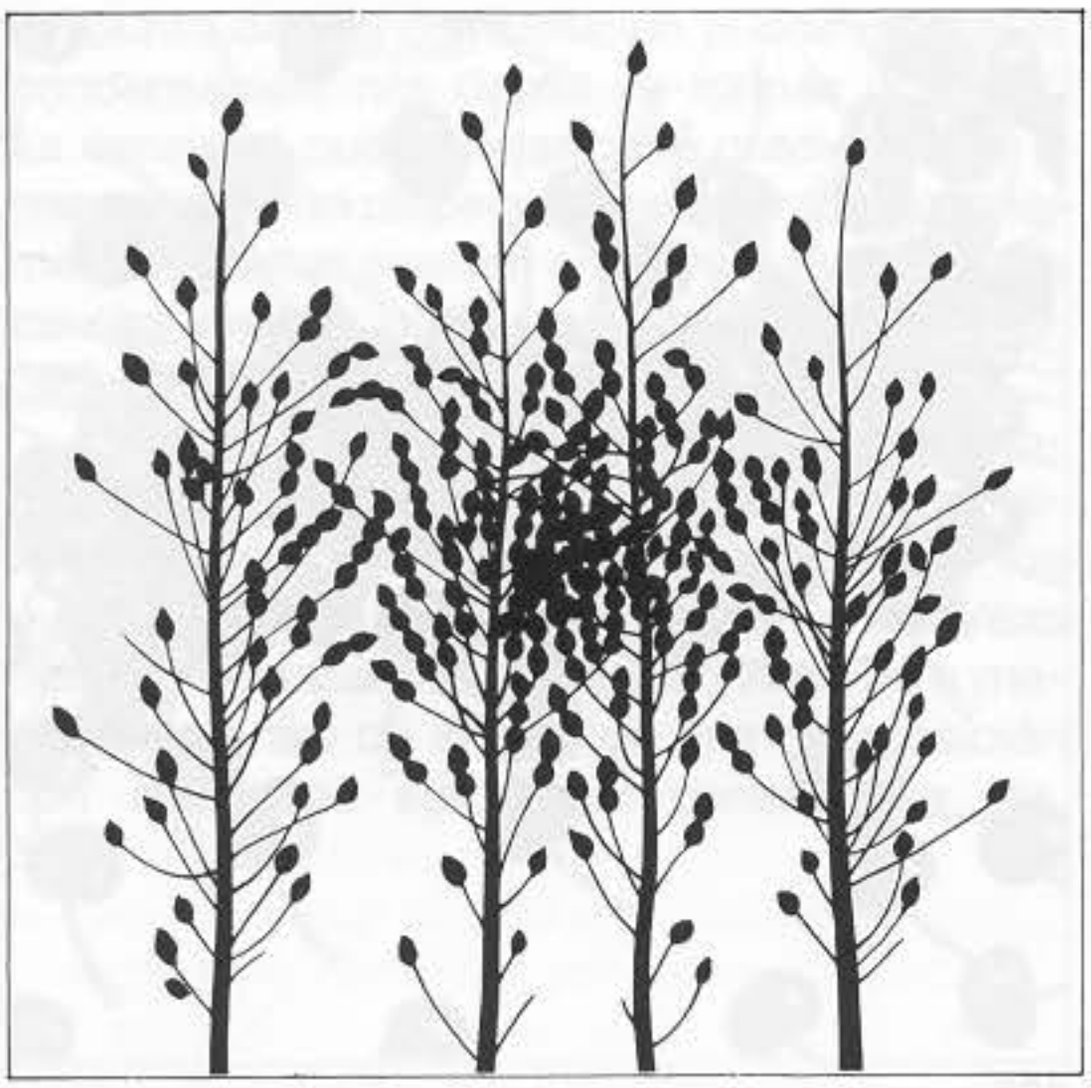
389

388



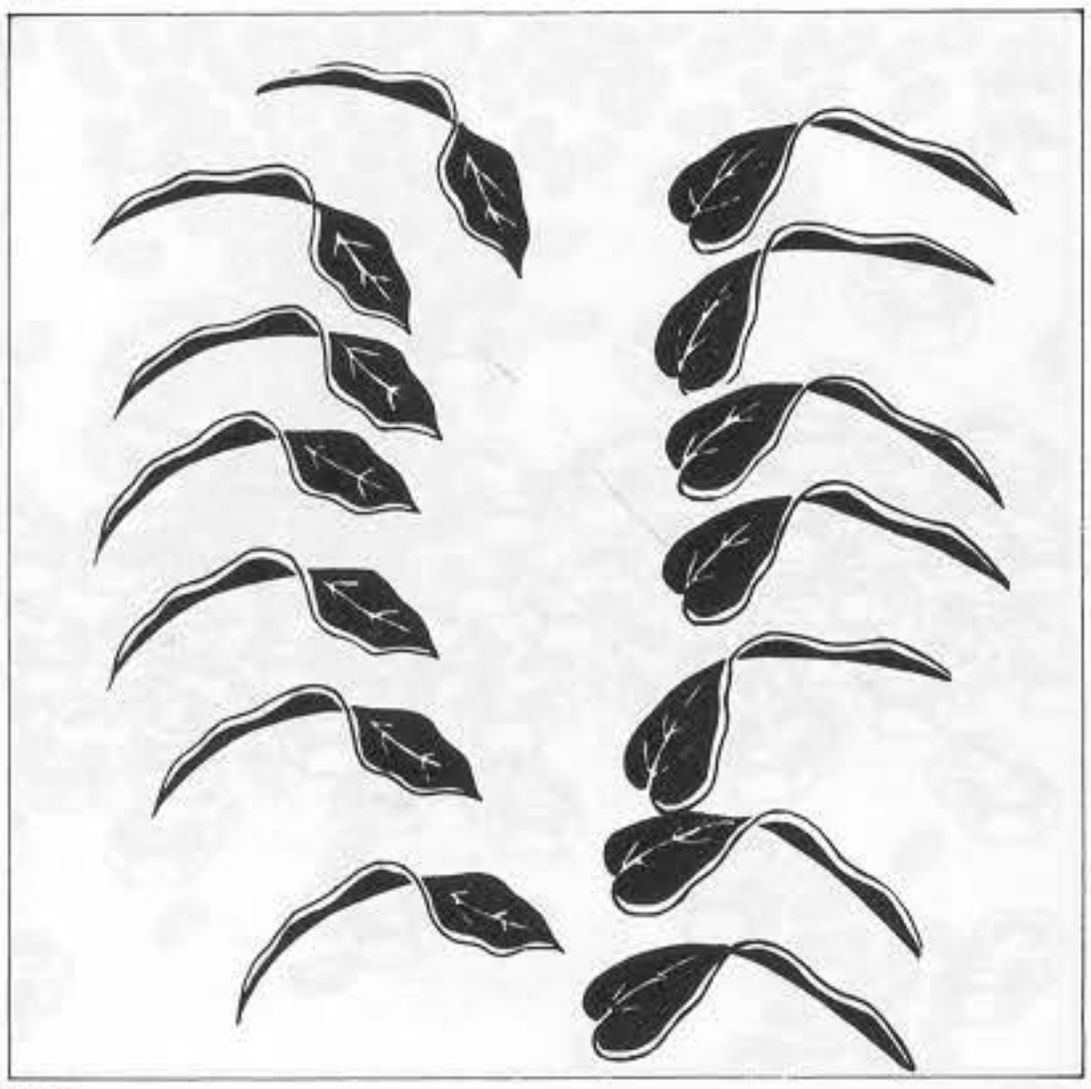
390

Concentración superficial



391

Las formas unitarias pueden agruparse como una superficie de densidad casi igual. La superficie puede ser una figura aislada dentro del marco de referencia o puede extenderse parcialmente más allá del mismo (fig. 393).



392

393

COMPOSICIONES CON CONTRASTE

Contraste de apariencia

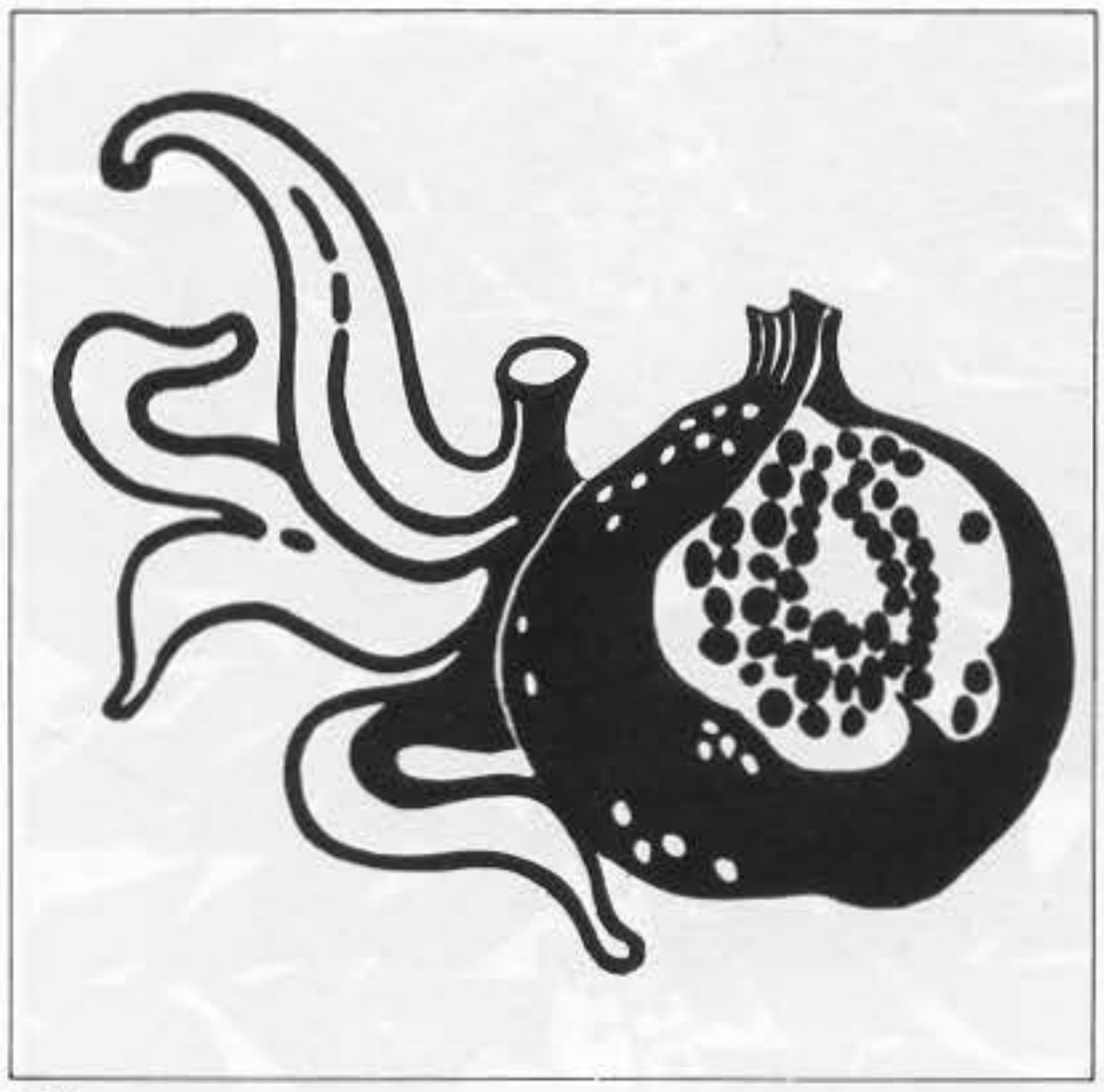
El *contraste* se usa para sugerir distinciones visuales. Un contraste incrementado realza la visibilidad. Un contraste disminuido asimila elementos dentro de la composición. En la mayoría de los casos, el diseñador usa el contraste intuitivamente, pero se puede efectuar conscientemente para efectuar comparaciones y establecer un centro de interés.

El contraste puede referirse a la apariencia, la colocación o la cantidad de formas.

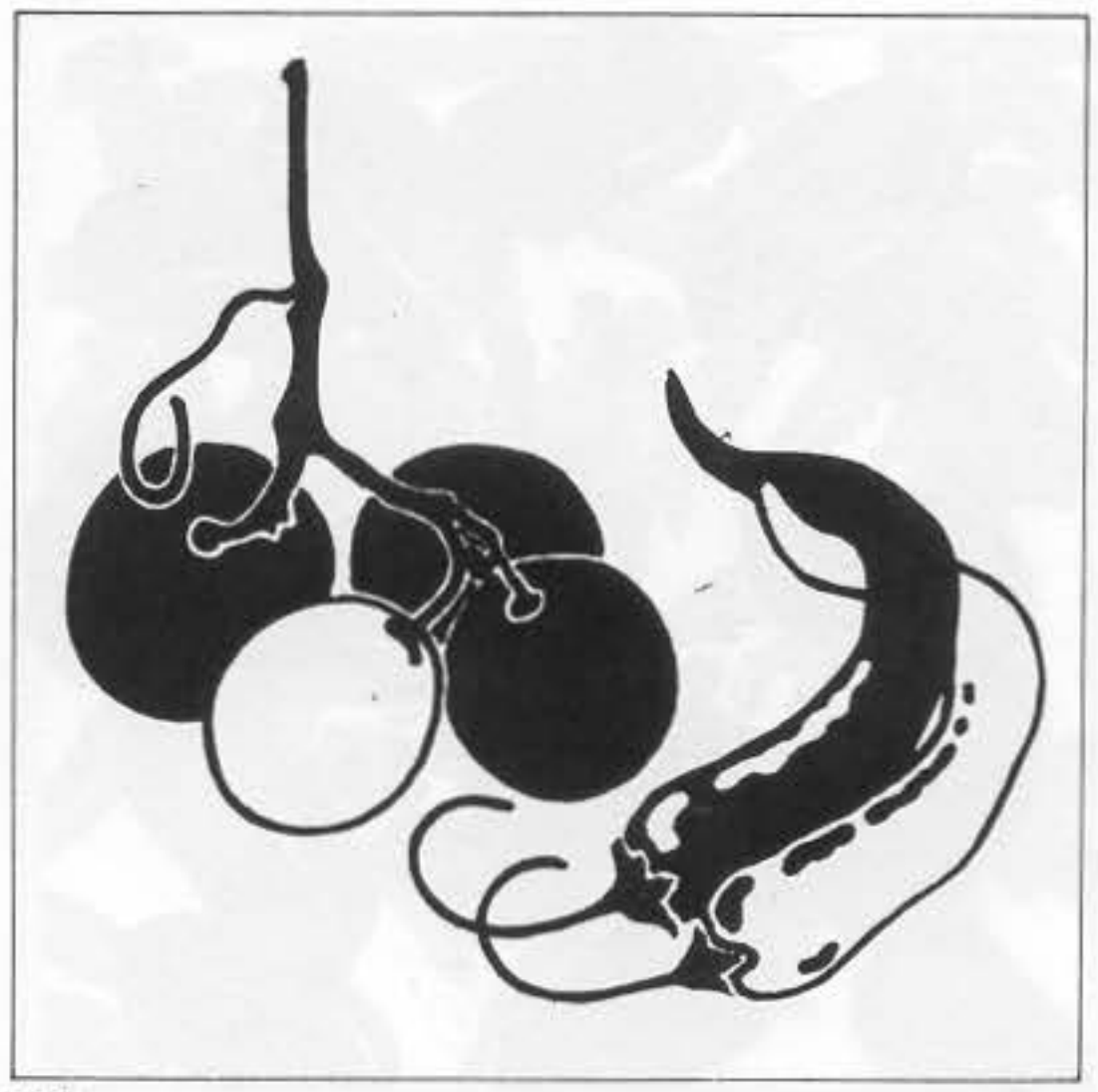
El contraste se puede aplicar a uno o más aspectos de la apariencia de una forma —su figura, tamaño, color o textura.

Las figuras contrastantes pueden diferir externa o internamente, o tener diferentes formas básicas (figs. 394, 395). El contraste se puede introducir relacionando formas grandes y pequeñas (figs. 396-399).

En un diseño en blanco y negro, una forma plana y una forma lineal determinan tonos contrastantes (figs. 400-402). El contraste de textura se produce cuando algunas formas muestran detalles internos y otras son formas visualizadas de forma lisa (figs. 403-405).



394

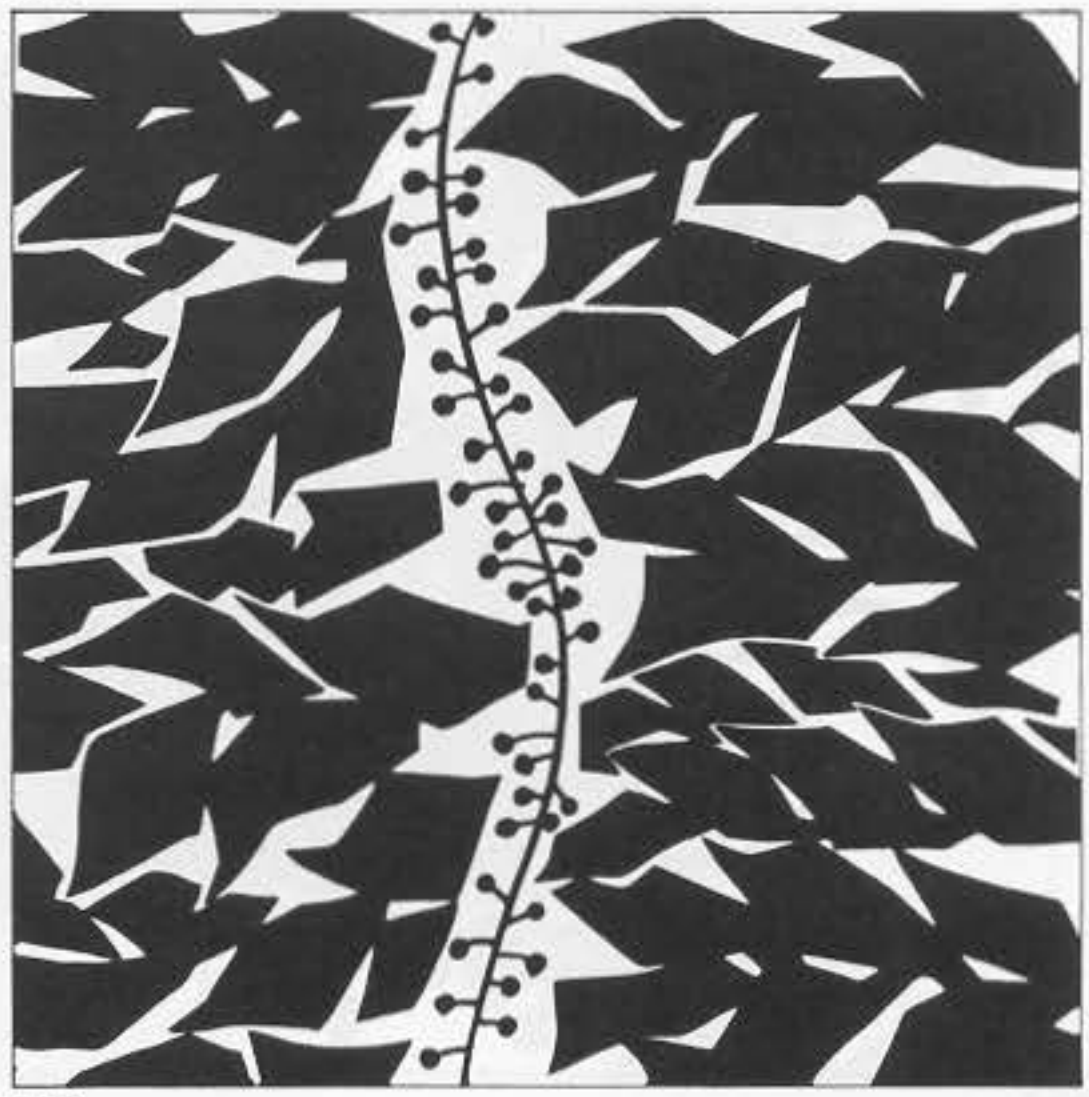


395

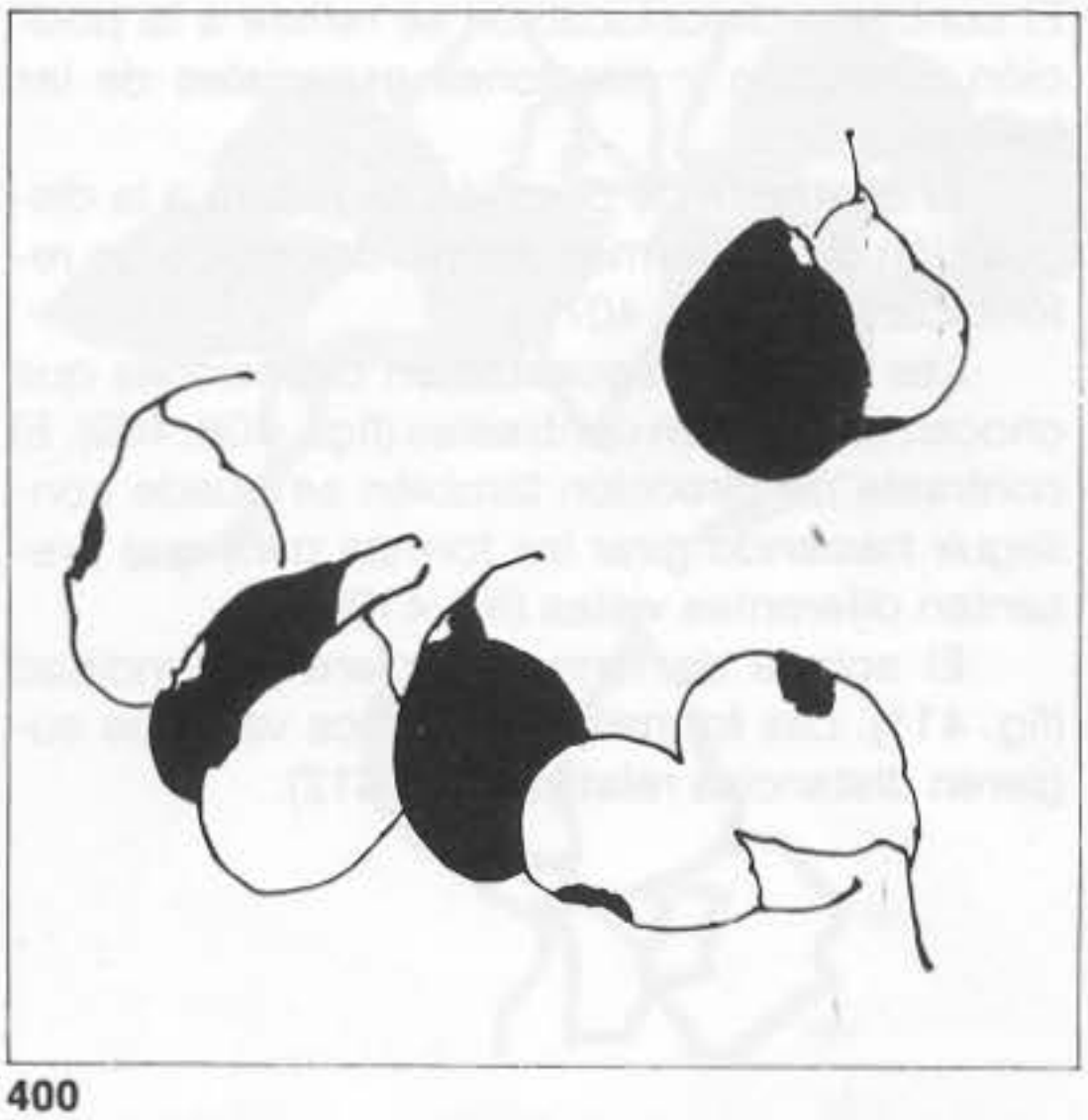
396

397

398

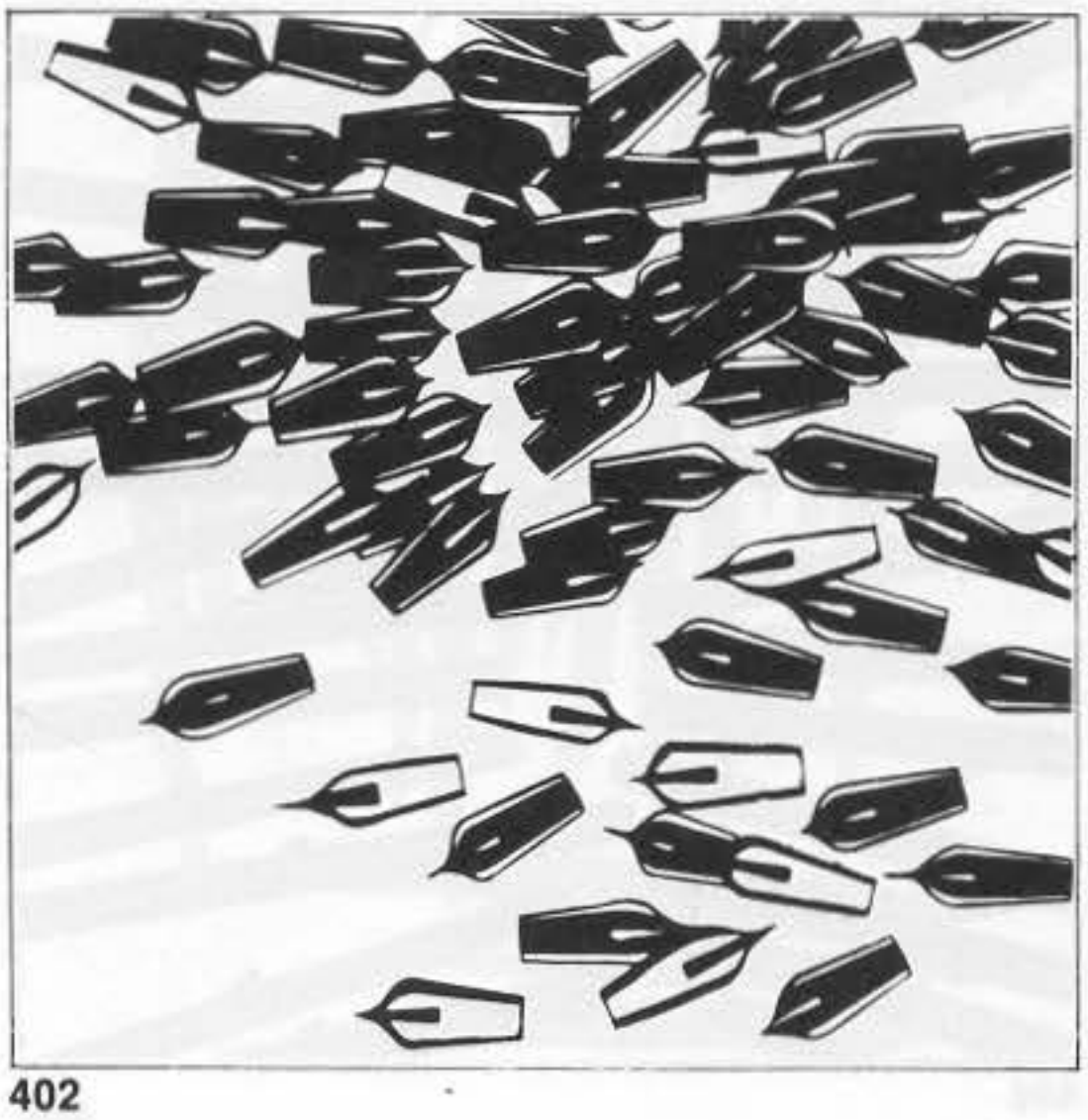


399



400

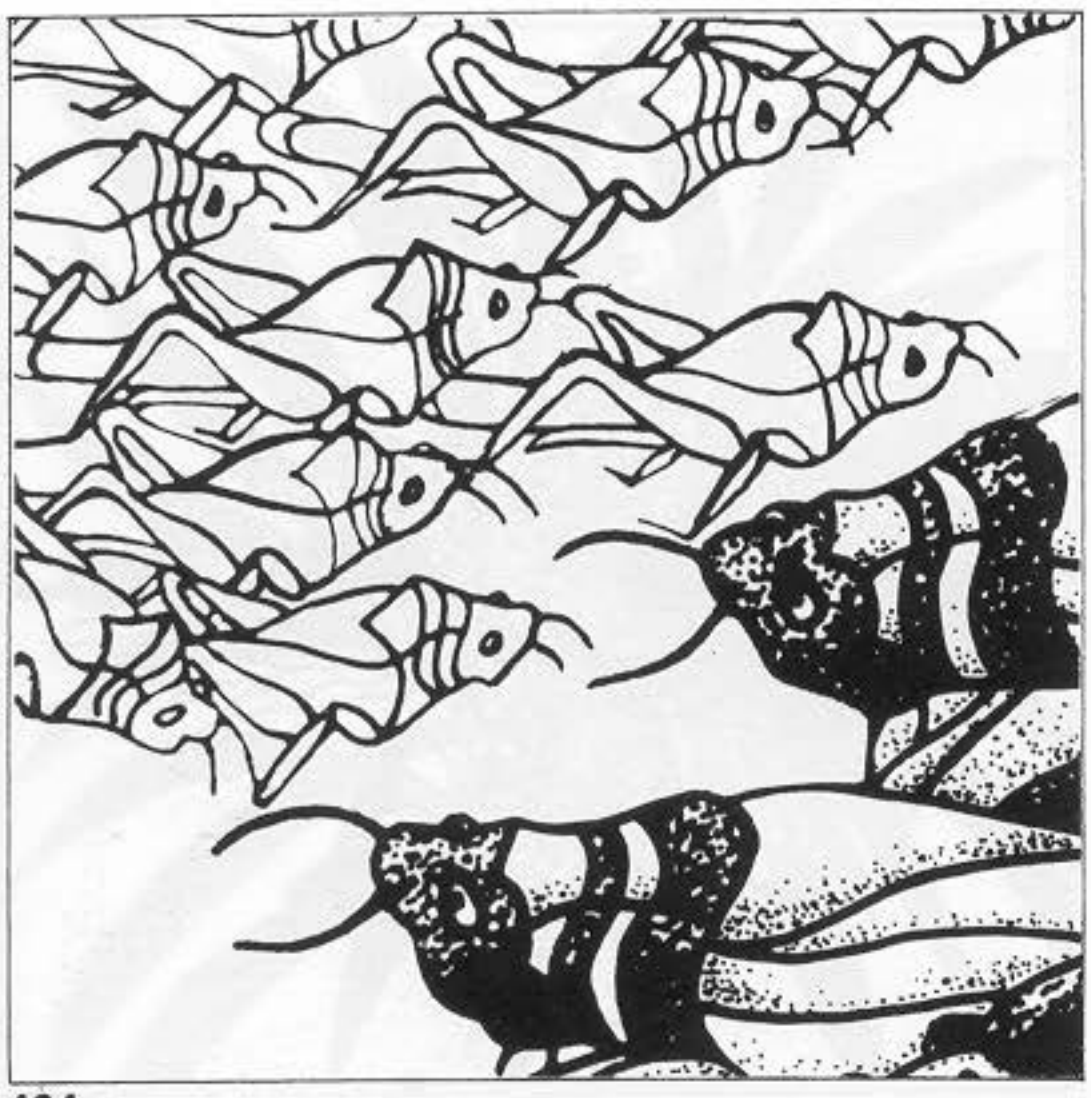
401



402

403

Contraste de colocación



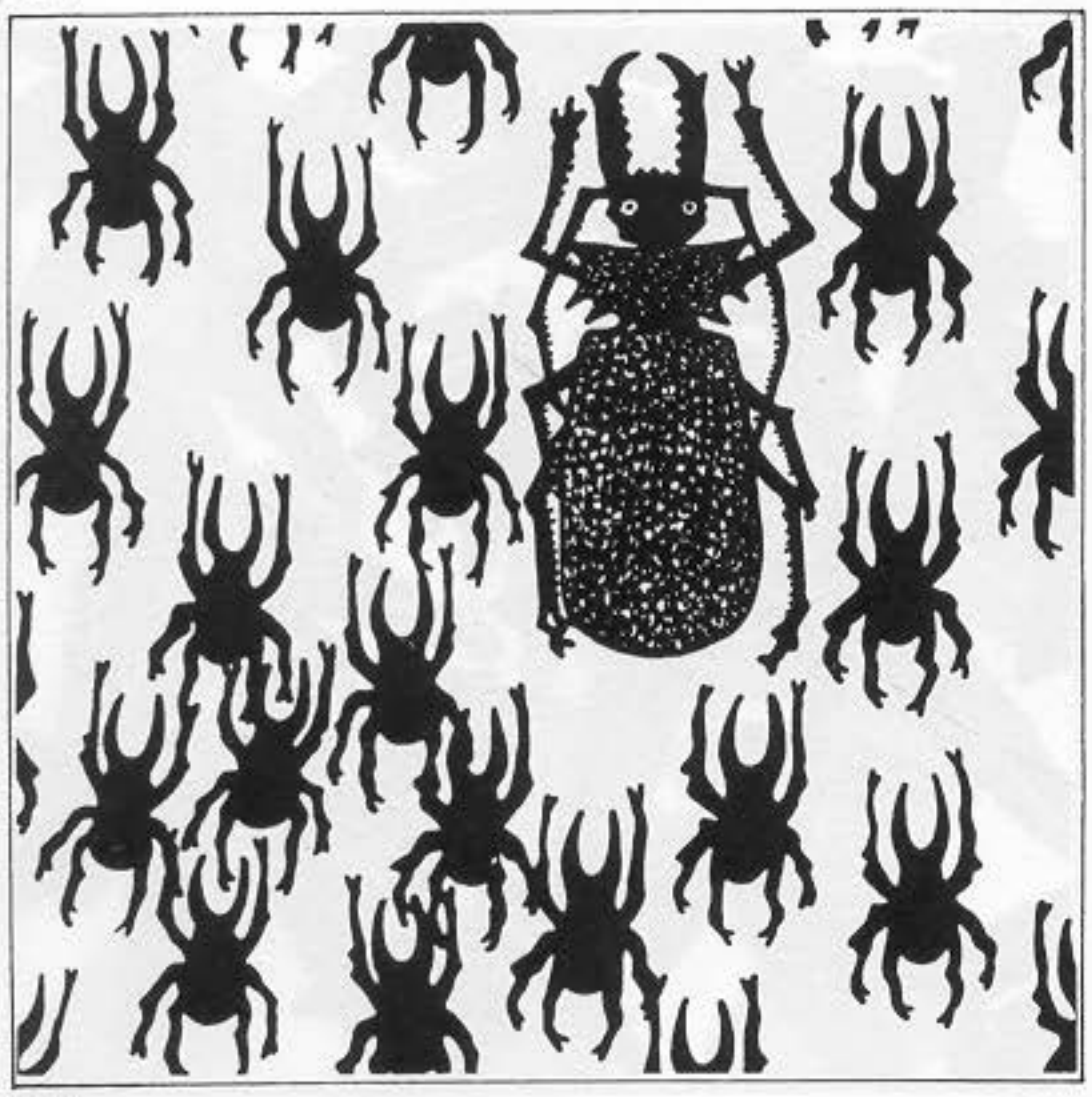
404

El contraste de colocación se refiere a la posición, dirección y relaciones espaciales de las formas.

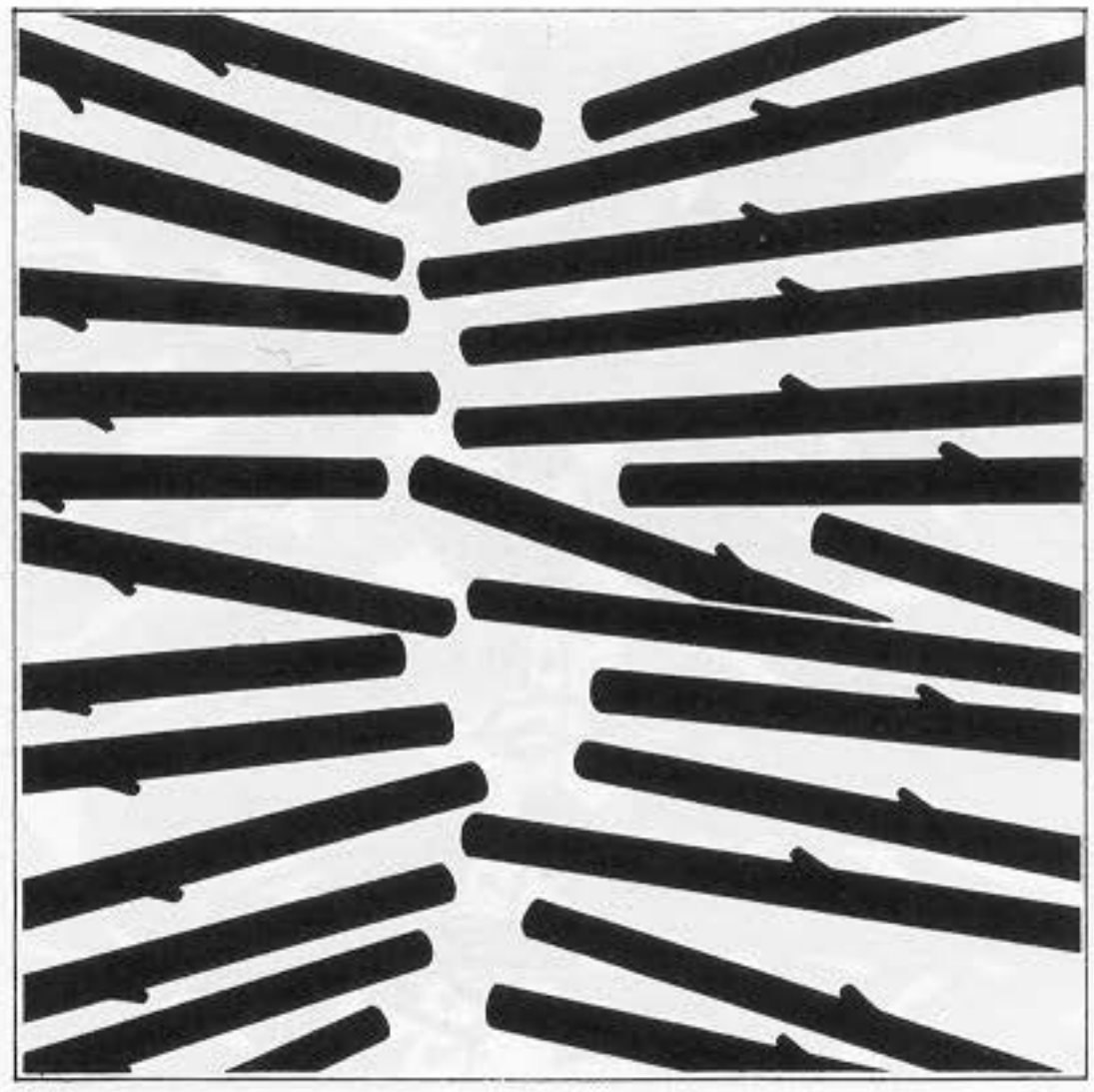
El contraste de posición se refiere a la disposición de las formas dentro del marco de referencia (figs. 406, 407).

Las formas dispuestas en direcciones que chocan establecen contrastes (figs. 408, 409). El contraste de dirección también se puede conseguir haciendo girar las formas para que presenten diferentes vistas (fig. 410).

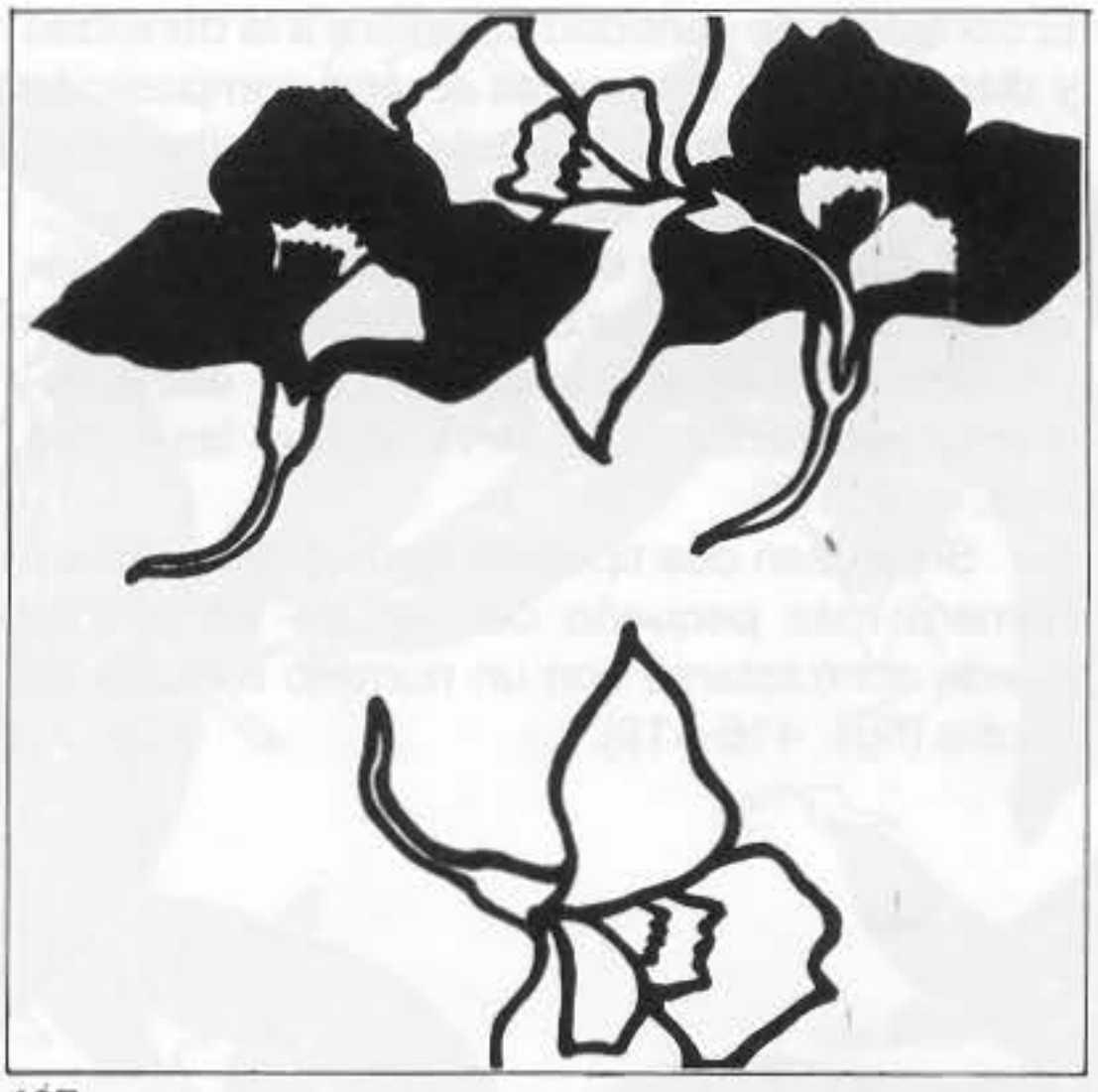
El solape de formas sugiere profundidad (fig. 411). Las formas de tamaños variados sugieren distancias relativas (fig. 412).



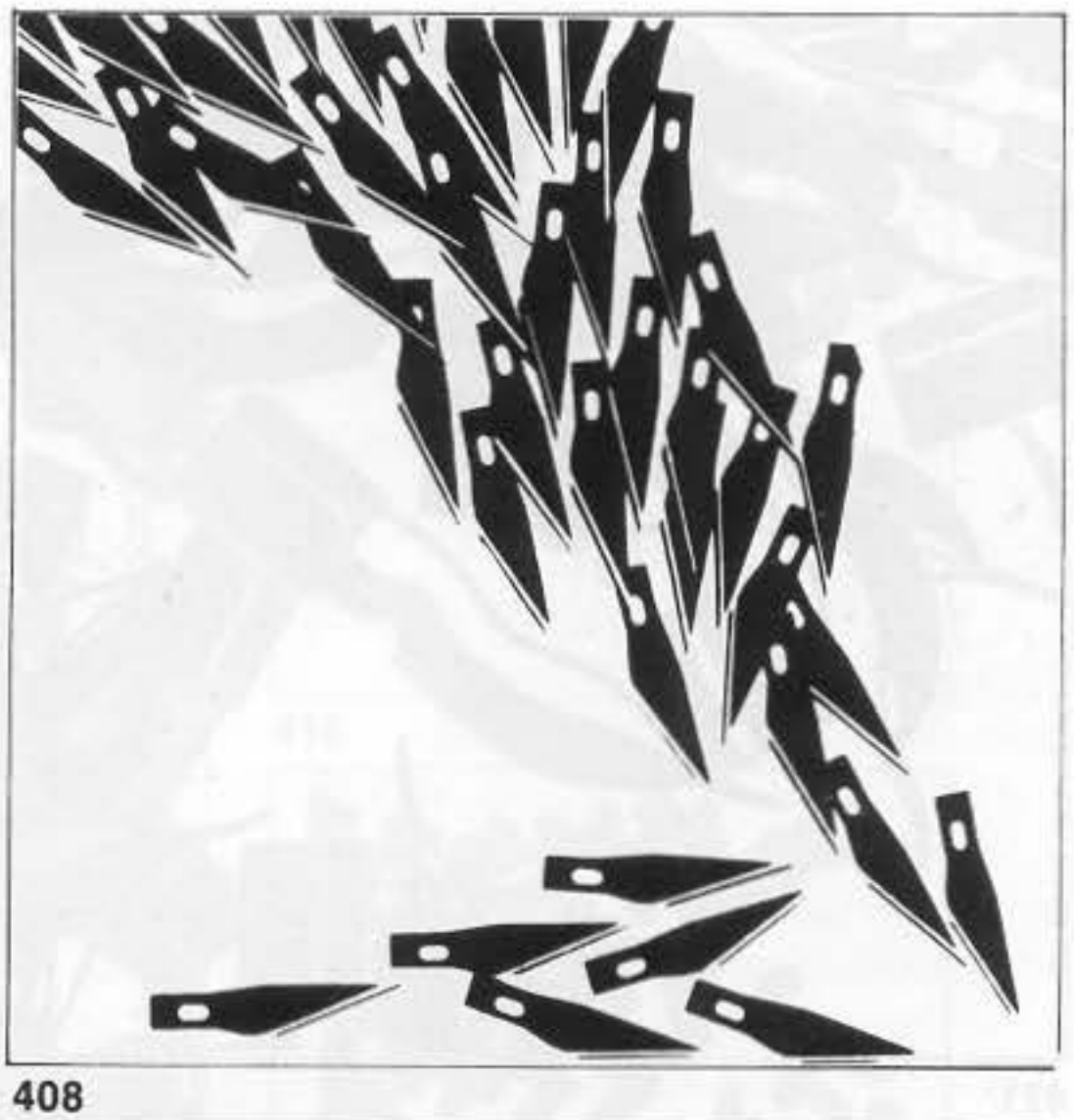
405



406

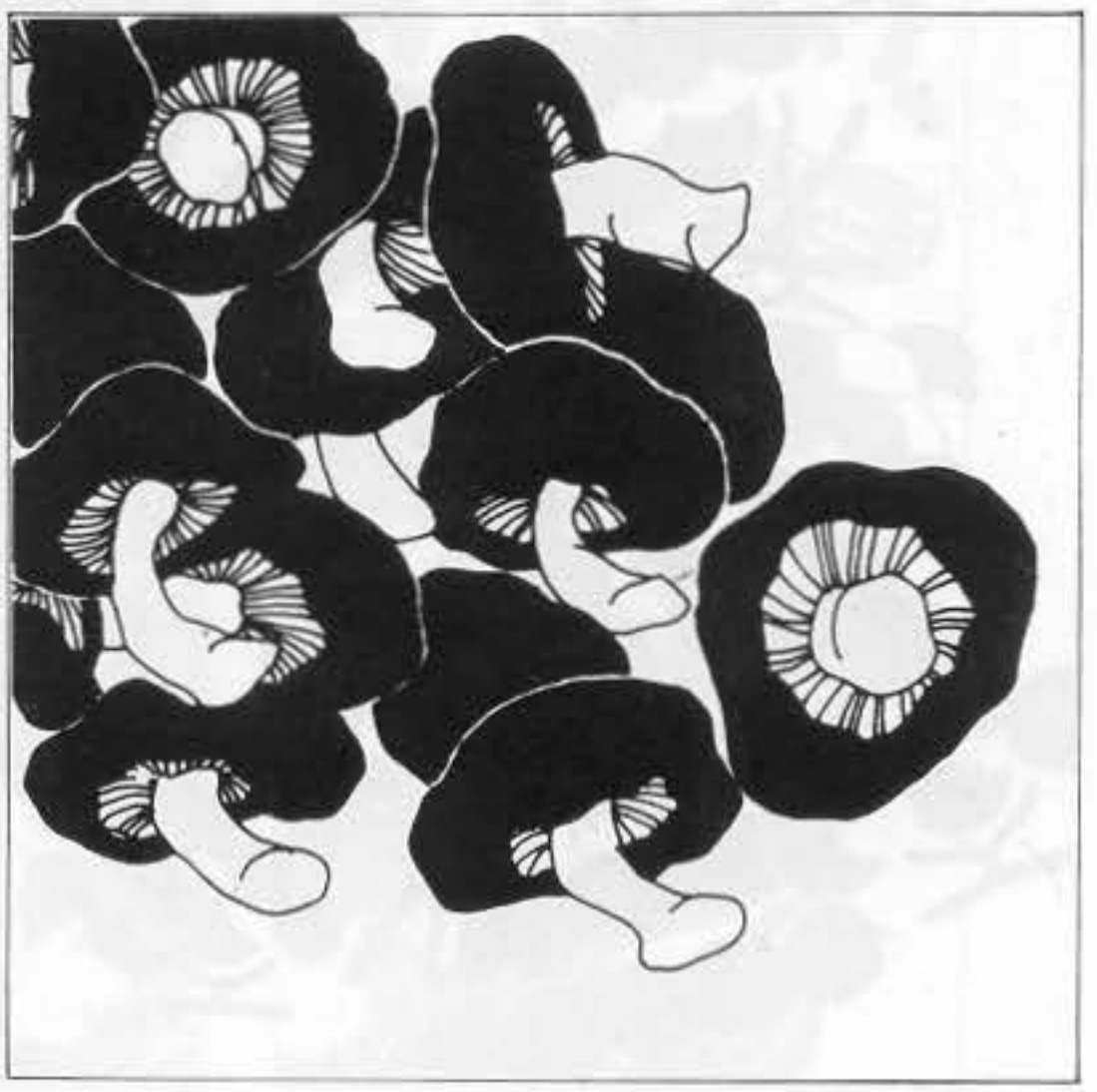


407



408

409



410

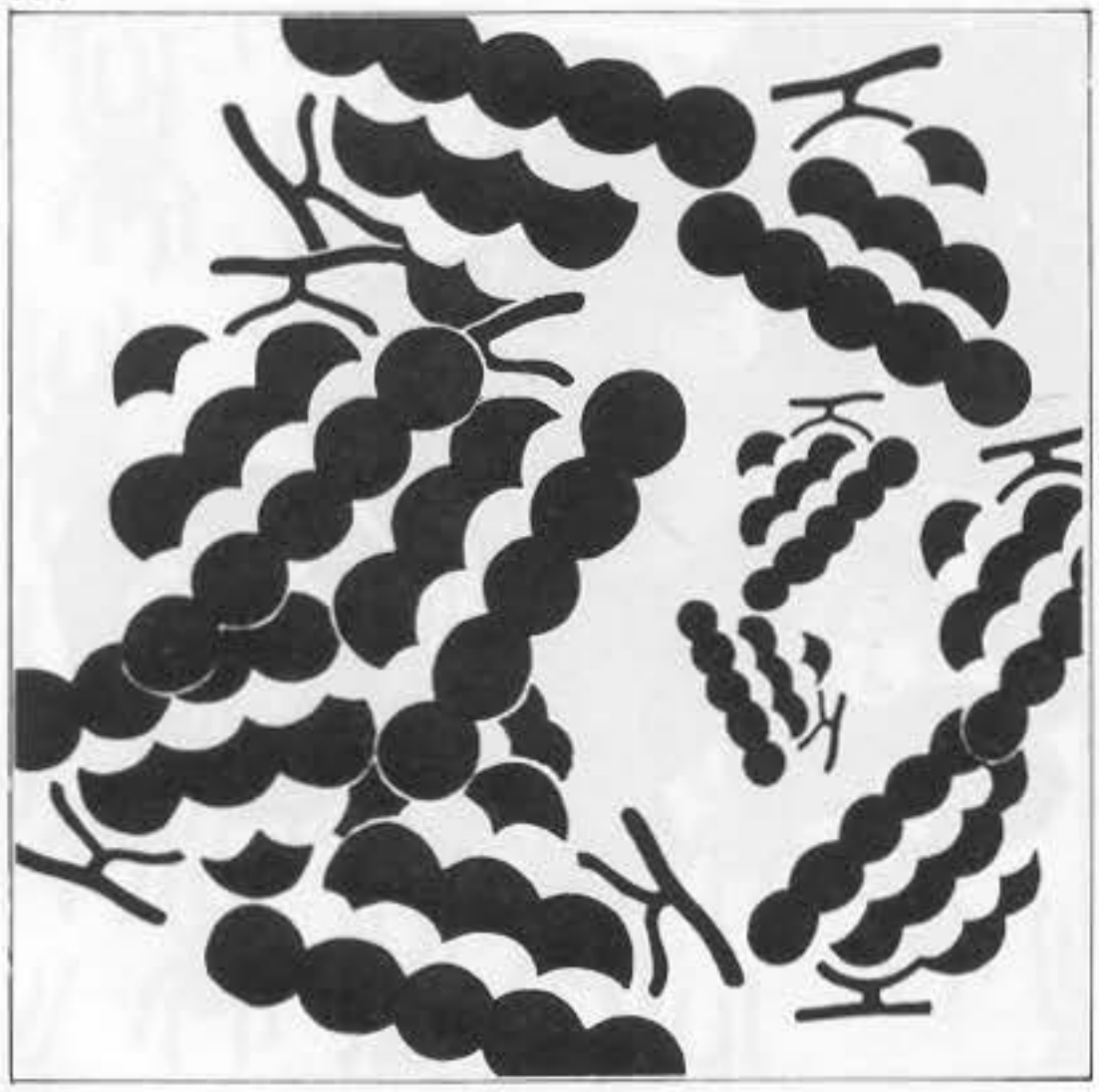
Contraste de cantidad

El contraste de cantidad se refiere a la densidad y dispersión de elementos en una composición cuando se usa un solo tipo de forma unitaria (fig. 413).

El contraste de cantidad como masa y vacío se puede disponer como formas que rodean un área en blanco, o como formas estrechamente agrupadas con un vacío que las rodea (figs. 414, 415).

Si se usan dos tipos dè formas unitarias, un número más pequeño de una de las formas puede contrastarse con un número elevado de la otra (figs. 416-419).

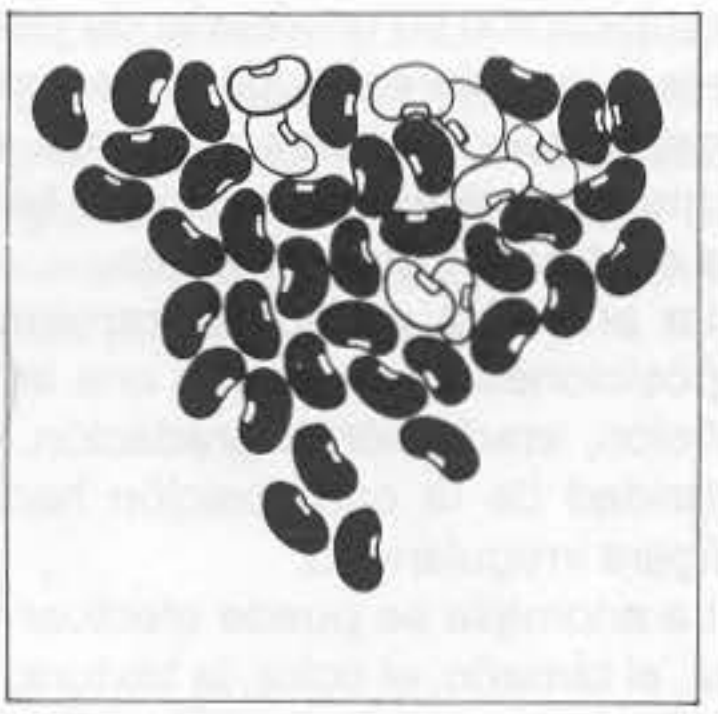
411



412

413

414



415

416

417

418

419

COMPOSICIONES CON ANOMALÍA

La combinación en un diseño de elementos regulares e irregulares produce *anomalías*. Como los elementos regulares son más numerosos que los irregulares, la anomalía también presenta cantidades contrastantes.

La anomalía se puede introducir sólo en composiciones formales con una estructura de repetición, irradiación o gradación. La estricta regularidad de la composición hace destacar una ligera irregularidad.

La anomalía se puede efectuar variando la forma, el tamaño, el color, la textura, la posición o la dirección. Un elemento anómalo normalmente marca el centro de interés. Varios elementos anómalos pueden acentuar diferentes aspectos del diseño. Los elementos anómalos introducidos con demasiada frecuencia pierden su diferenciación como tales y se ven como otro juego de formas unitarias.

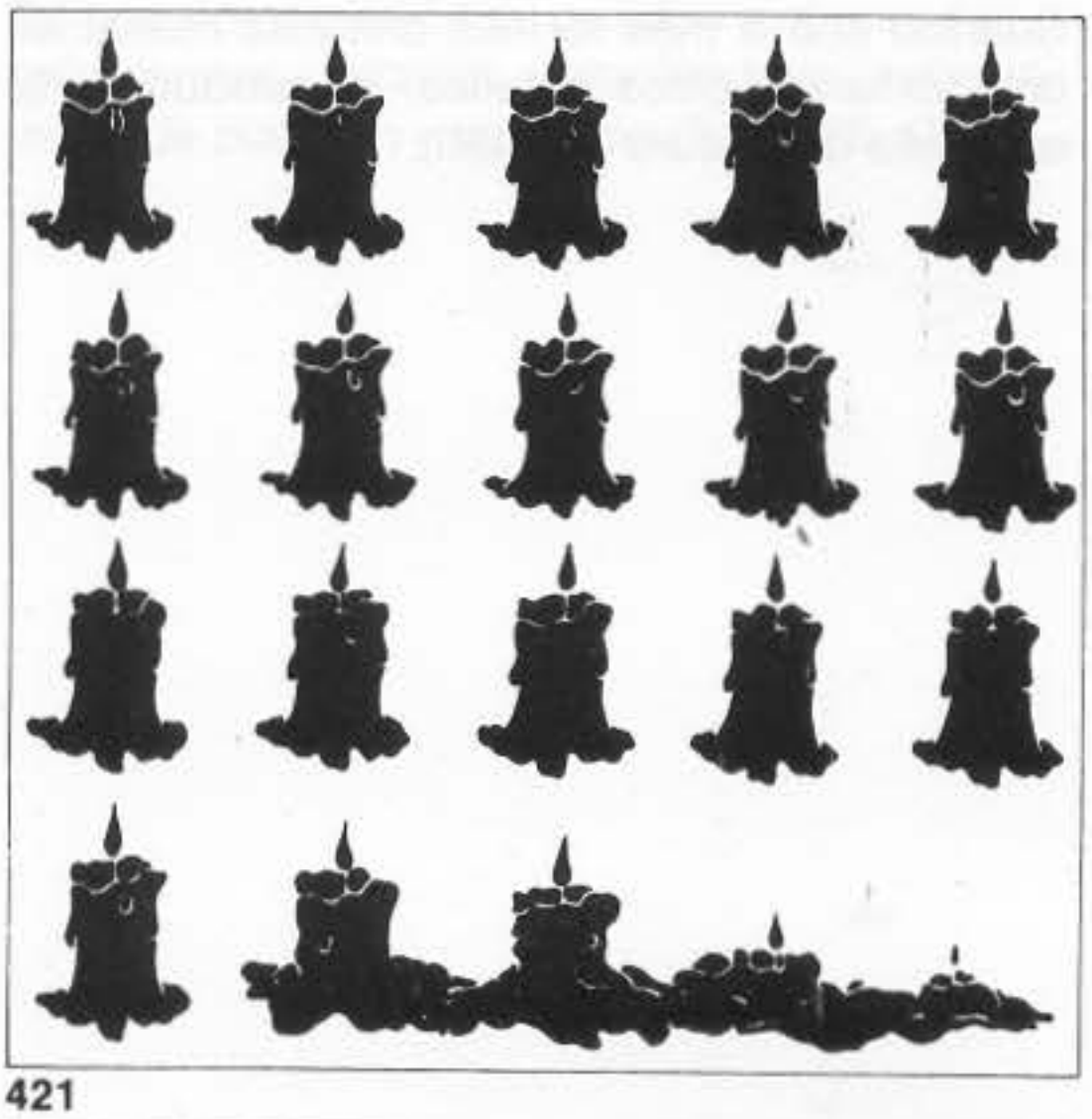
Anomalía de figura

La presencia de una forma diferente en su figura de las formas unitarias introduce una anomalía. La figura puede ser completamente diferente, o tener sólo variaciones externas e internas (figs. 420-422).

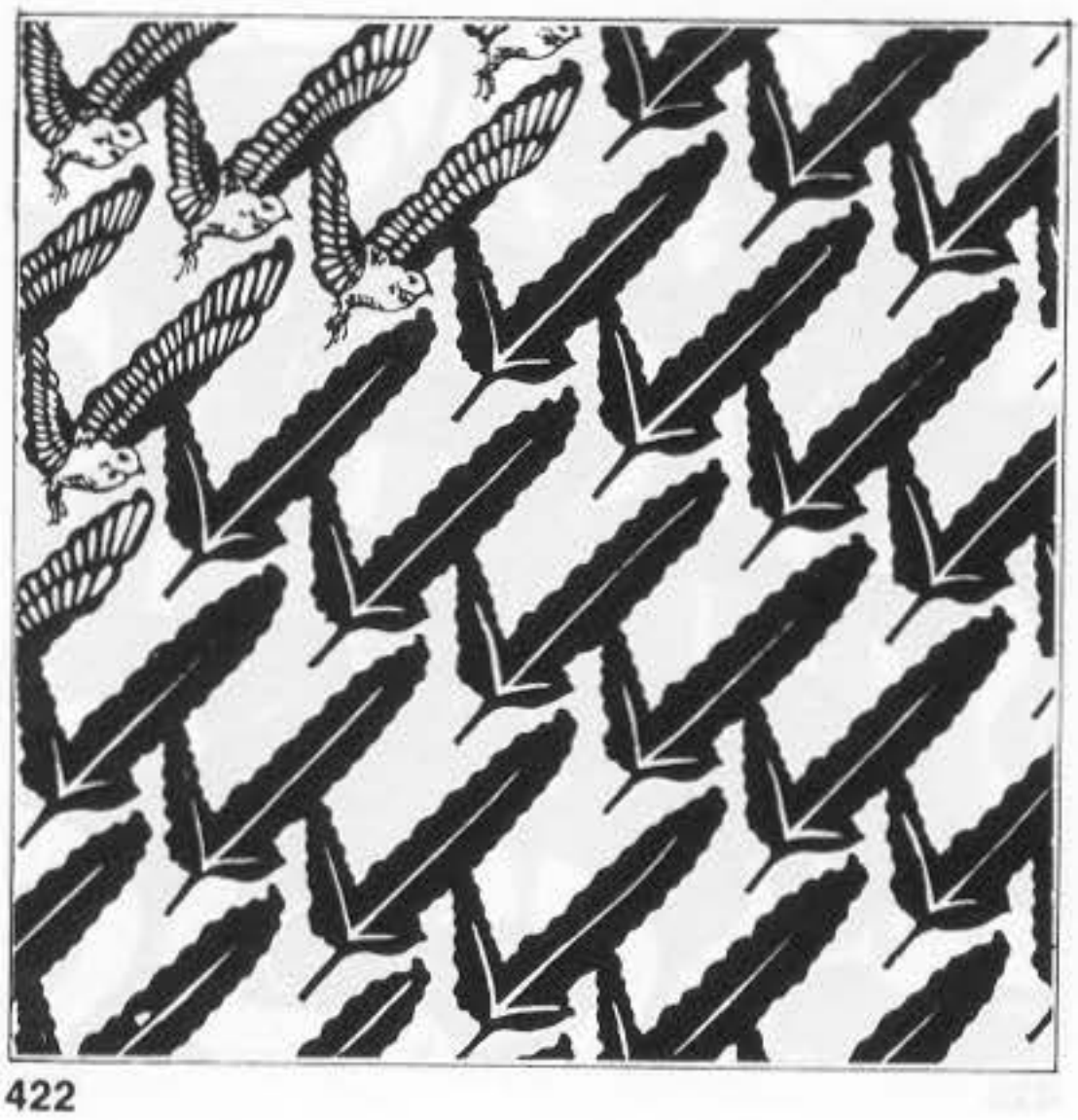
420

Anomalía de tamaño

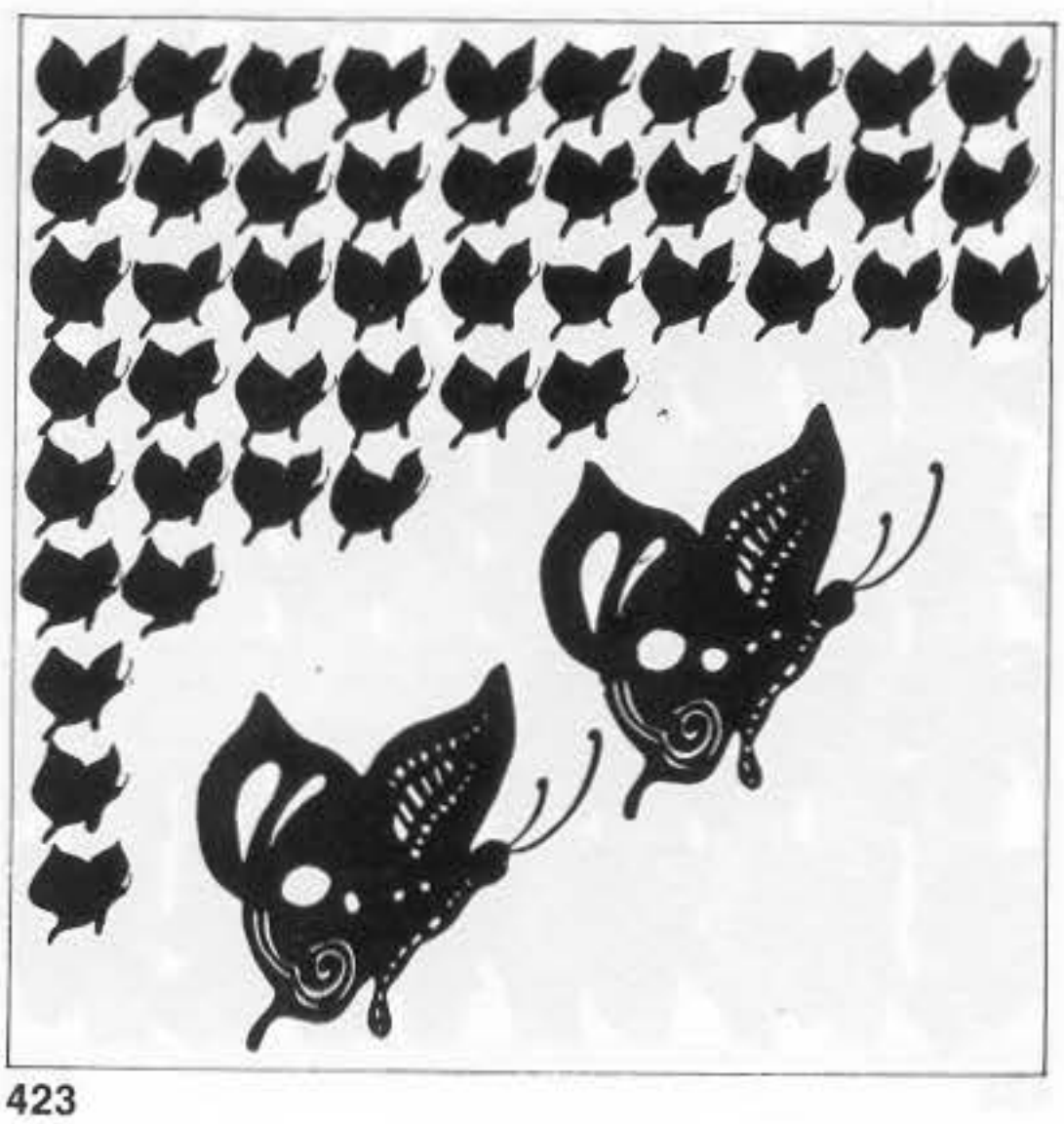
Una forma especialmente grande o pequeña entre formas que son todas del mismo tamaño introduce otro tipo de anomalía. La colocación de una forma grande en una composición puede requerir eliminar algunas de las formas unitarias más pequeñas (fig. 423).



421



422



423

Anomalía de color

Una forma unitaria se puede cambiar de una figura de superficie lisa a una figura de contorno lineal para introducir una anomalía de «color» en un diseño en blanco y negro (fig. 424).

Anomalía de textura

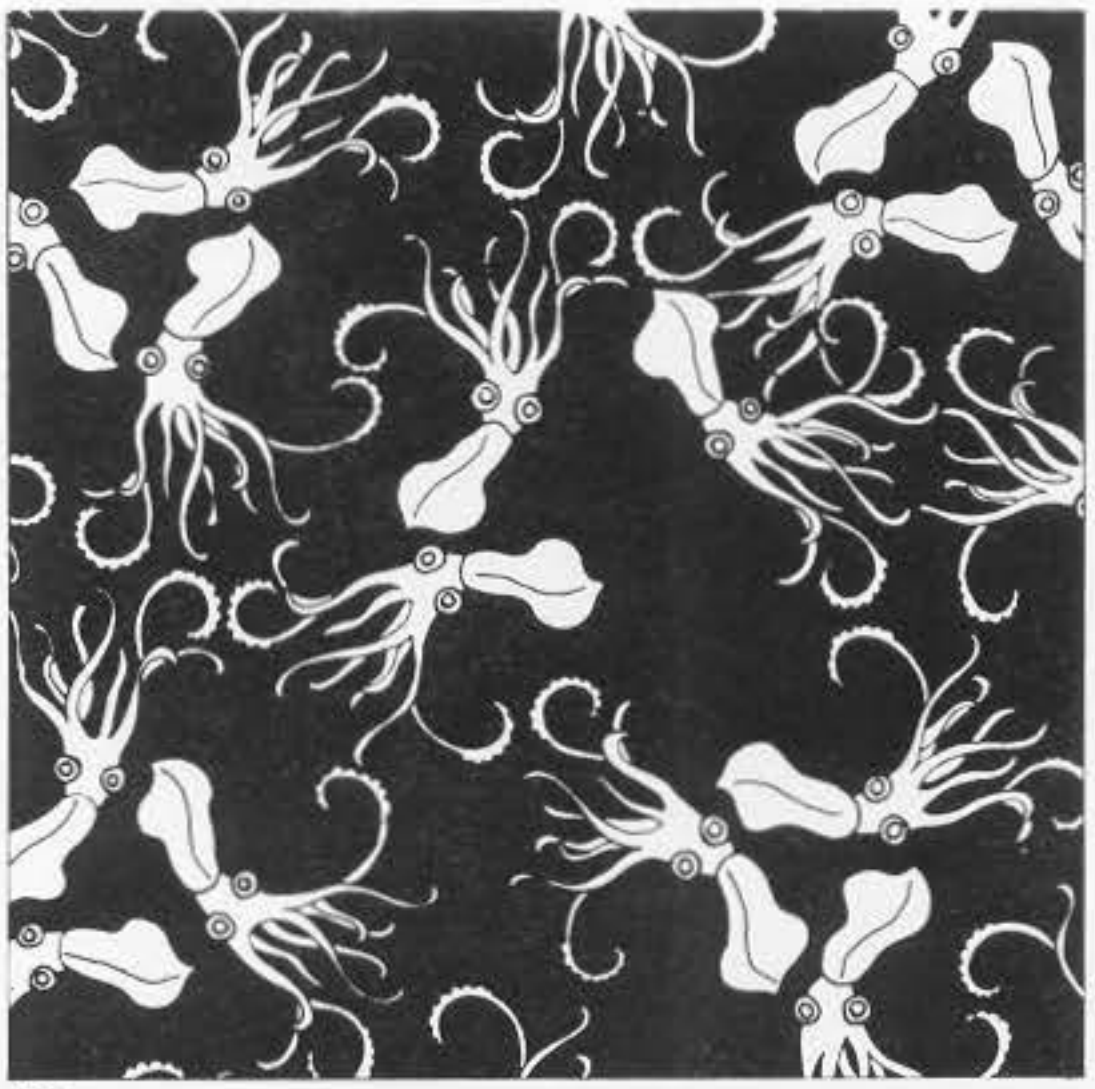
Cuando una o más formas unitarias muestran una textura u otros detalles, se produce una anomalía de textura (fig. 425).

424

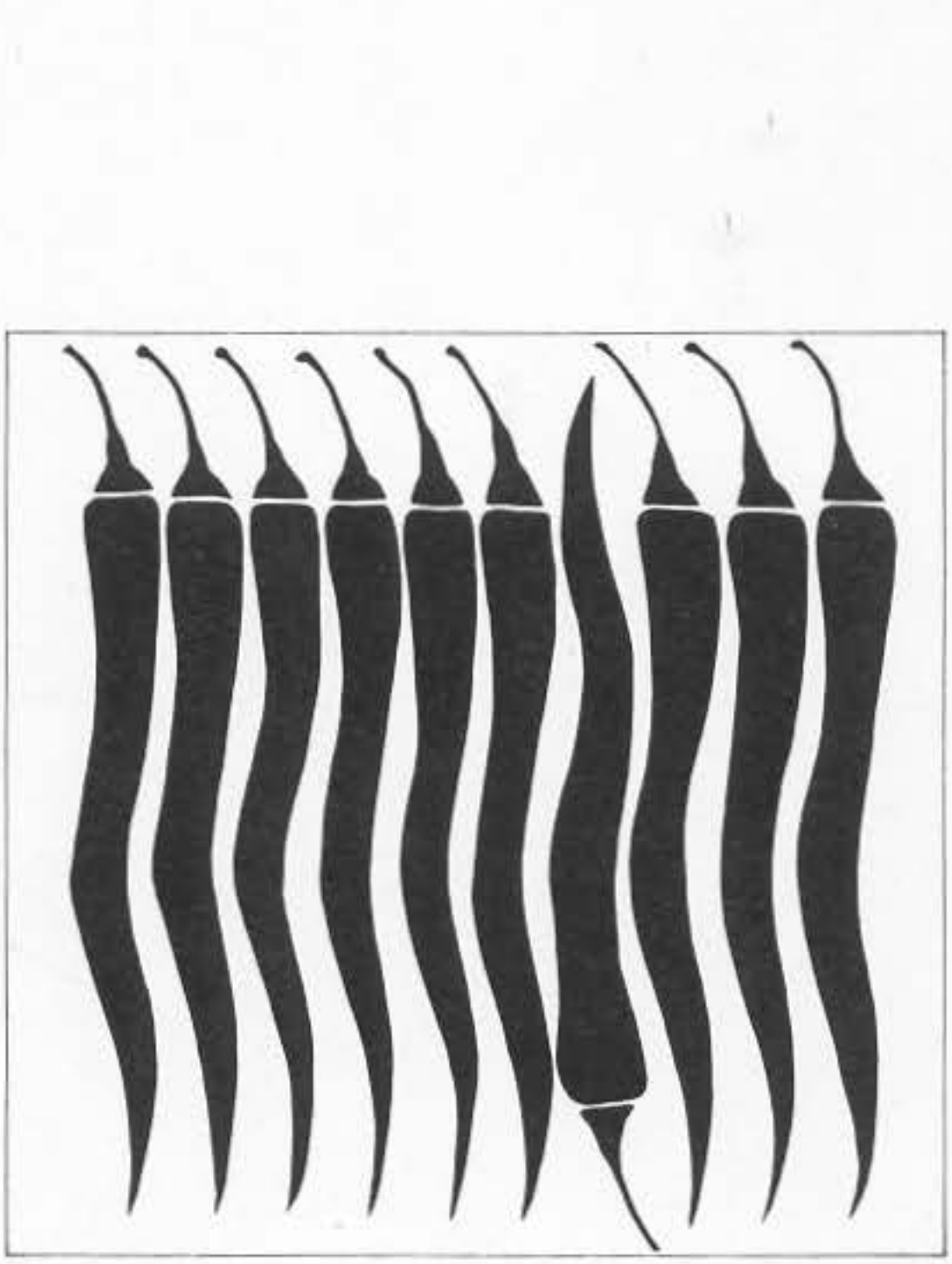
425

Anomalía de posición y dirección

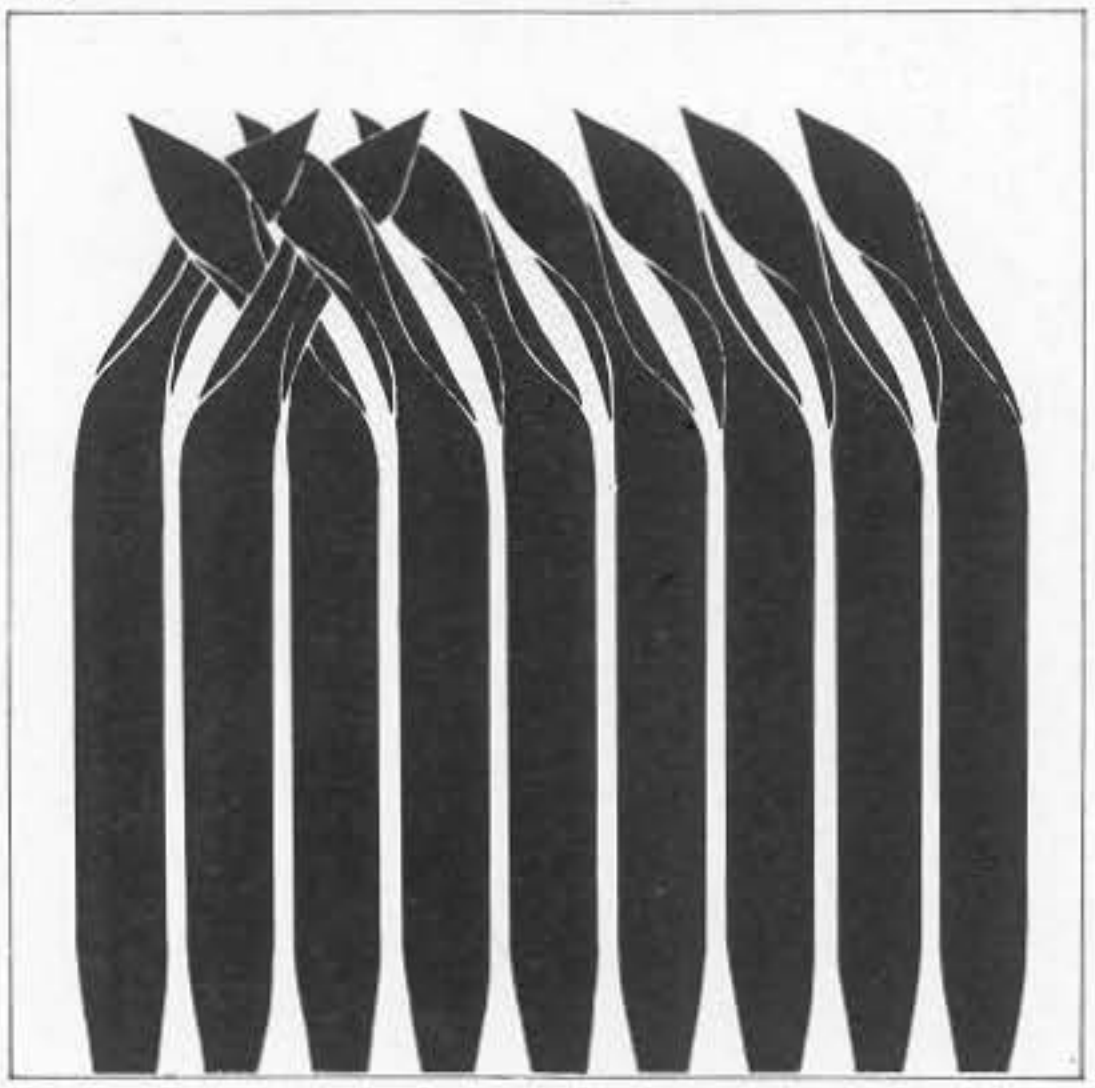
En una composición se pueden dislocar dos o más formas unitarias, obteniéndose una anomalía de posición y dirección (figs. 426-428).



427



426



428

DISEÑO TRI-DIMENSIONAL

1. Introducción

El mundo bi-dimensional

¿Qué es un mundo bi-dimensional? Las dos dimensiones son longitud y anchura. Entre ambas determinan un plano, sobre el que pueden mostrarse trazos visibles, y que no tiene ninguna profundidad que no sea de tipo ilusorio. Los trazos no tienen espesor y pueden ser tanto abstractos como figurativos. La superficie y los trazos tomados en conjunto revelan un mundo bi-dimensional que difiere por completo de nuestra experiencia cotidiana.

El mundo bi-dimensional es esencialmente una creación humana. Dibujar, pintar, imprimir, teñir o incluso escribir son actividades que conducen directamente a la formación del mundo bi-dimensional.

A veces podemos ver bi-dimensionalmente las cosas tri-dimensionales, tales como una vista que disfrutamos por su pura belleza pictórica. En la actualidad, con los progresos de la tecnología, la cámara transforma inmediatamente todo lo que hay frente a su lente en una imagen plana, y la televisión transmite instantáneamente las imágenes móviles hacia una superficie definida. Las señales texturadas de materiales naturales lisos, como la piedra, la madera, etc., también sugieren imágenes bi-dimensionales. Con todo, a través del ojo humano el mundo bi-dimensional adquiere su significado.

El mundo tri-dimensional

De hecho, vivimos en un mundo de tres dimensiones. Lo que vemos delante de nosotros no es una imagen lisa, que tiene sólo largo y ancho, sino una expansión con profundidad física, la tercera dimensión. El suelo que hay bajo nuestros pies se extiende hasta el horizonte distante. Podemos mirar directamente adelante, hacia atrás, hacia la izquierda, hacia la derecha, hacia arriba, hacia abajo. Lo que vemos es un espacio continuo en el que estamos incluidos. Hay muchos objetos cercanos que podemos tocar y objetos más lejanos que se hacen tangibles si tratamos de llegar hasta ellos.

Todo objeto que sea pequeño, liviano y cercano puede ser levantado y sostenido por nuestras manos. Cada movimiento del objeto muestra una figura diferente, porque ha cambiado la relación entre el objeto y nuestros ojos. Si caminamos directamente adelante hacia una escena (esto no es posible en el mundo bi-dimensional) no sólo los objetos que están a la distancia se vuelven gradualmente más grandes, sino que sus figuras cambian, porque vemos más de ciertas superficies y menos de otras.

Nuestra comprensión de un objeto tri-dimensional nunca puede ser completa con un vistazo. La perspectiva desde un ángulo fijo y una distancia puede ser engañosa. Una figura circular que sea primeramente vista desde cierta distancia alejada puede terminar por ser, tras un examen más cercano, una esfera, un cono, un cilindro o cualquier otra figura que tenga una base redonda. Para comprender un objeto tri-dimensional, tenemos que verlo desde ángulos y distancias diferentes y luego reunir en nuestras mentes toda la información para comprender plenamente

su realidad tri-dimensional. Es a través de la mente humana que el mundo tri-dimensional obtiene su significado.

El diseño bi-dimensional

El diseño bi-dimensional concierne a la creación de un mundo bi-dimensional mediante esfuerzos conscientes de organización de los diversos elementos. Una marca casual, como un garabato en una superficie lisa, puede dar resultados caóticos. Eso puede estar lejos del diseño bi-dimensional, cuyo principal objetivo es establecer una armonía y un orden visuales o generar una excitación visual dotada de un propósito.

El diseño tri-dimensional

En forma similar al bi-dimensional, el diseño tri-dimensional procura asimismo establecer una armonía y un orden visuales, o generar una excitación visual dotada de un propósito, excepto porque su material es el mundo tri-dimensional. Es más complicado que el diseño bi-dimensional porque deben considerarse simultáneamente varias perspectivas desde ángulos distintos y porque muchas de las complejas relaciones espaciales no pueden ser fácilmente visualizadas sobre el papel. Pero es menos complicado que el diseño bi-dimensional porque trata de formas y materiales tangibles en un espacio real, así que todos los problemas relativos a la representación ilusoria de formas tri-dimensionales sobre un papel (o cualquier otra superficie lisa) pueden ser evitados.

Algunas personas se inclinan a pensar en términos escultóricos, pero muchas otras tienden a hacerlo en términos pictóricos. Estas últimas pueden tener algunas dificultades con el diseño tri-dimensional. A menudo están tan preocupadas con la visión frontal de un diseño que dejan de lado otras perspectivas. Pueden pensar que las estructuras internas de las formas tri-dimensionales están más allá de la comprensión, o sentirse fácilmente atraídas por el color y la textura de la superficie cuando el volumen y el espacio son más importantes.

Entre el pensamiento bi-dimensional y el tri-dimensional hay una diferencia de actitud. Un diseñador tri-dimensional debe ser capaz de visualizar mentalmente la forma completa y rotarla mentalmente en toda dirección, como si la tuviera en sus manos. No debe reducir su imagen a una o dos perspectivas, sino que debe explorar

prolijamente el papel de la profundidad y el flujo del espacio, el espacio de la masa y la naturaleza de los diferentes materiales.

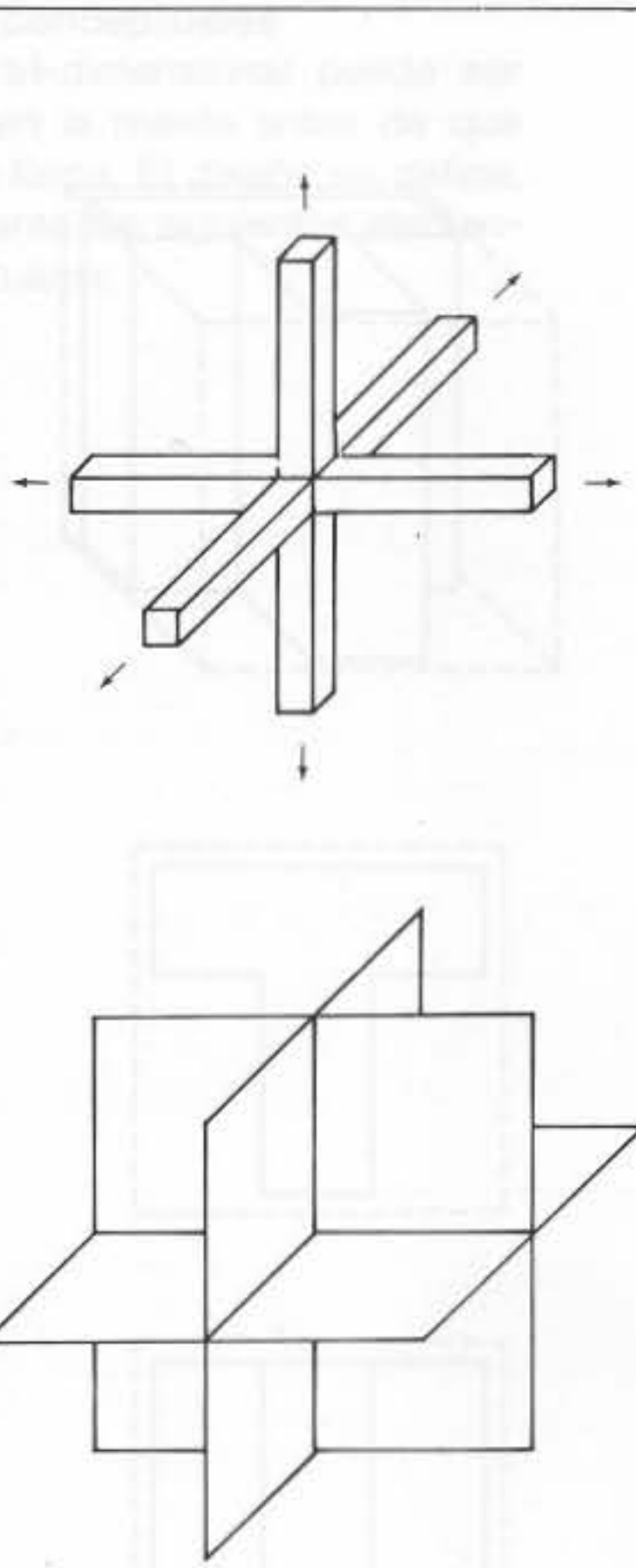
Las tres direcciones primarias

Para comenzar a pensar en forma tridimensional debemos ante todo conocer las tres direcciones primarias. Como se ha dicho antes, las tres dimensiones son largo, ancho y profundidad. Para obtener las tres dimensiones de cualquier objeto debemos tomar sus medidas en dirección vertical, horizontal y transversal.

Las tres direcciones primarias son así una dirección vertical que va de arriba abajo, una horizontal que va de izquierda a derecha y una transversal que va hacia adelante y hacia atrás (fig. 1).

Para cada dirección podemos establecer un plano liso. De esta manera podemos tener un plano vertical, un plano horizontal y un plano transversal (fig. 2).

Duplicando tales planos, el vertical se transforma en los planos de adelante y atrás, el horizontal en los de arriba y abajo, el transversal en los de izquierda y derecha. Con tales planos se puede construir un cubo (fig. 3).

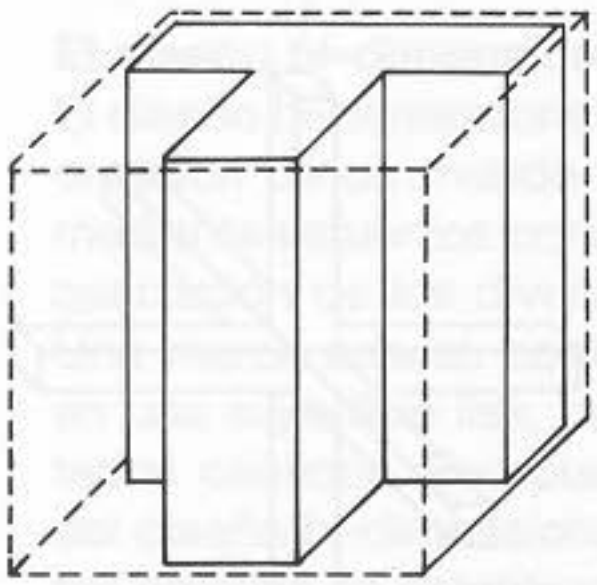


1

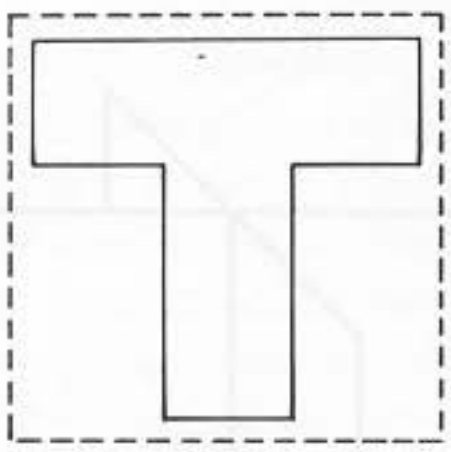
2

3

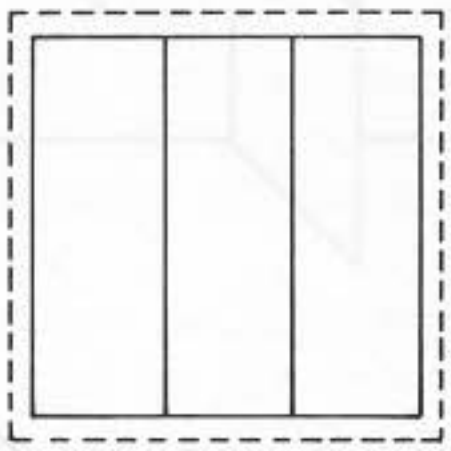
4



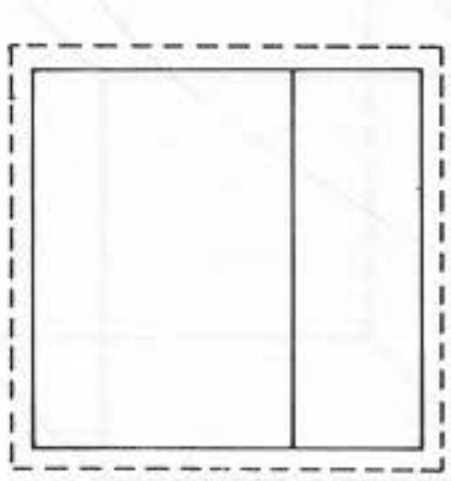
5



6



7



Las tres perspectivas básicas

Cualquier forma tri-dimensional puede ser insertada dentro de un cubo imaginario para establecer las tres perspectivas (fig. 4).

Proyectando tal forma hacia los planos superior, frontal y lateral del cubo imaginario, podremos tener:

a) una visión plana: la forma tal como es vista desde arriba (fig. 5);

b) una visión frontal: la forma tal como es vista desde adelante (fig. 6);

c) una visión lateral: la forma tal como es vista desde el costado (fig. 7).

Cada visión es un diagrama liso, y estas visiones en su conjunto (ocasionalmente complementadas por otras visiones auxiliares y/o seccionales) aportan la descripción más exacta de una forma tri-dimensional, aunque se necesita tener algún conocimiento básico de dibujo de ingeniería para poder reconstruir con tales visiones la forma original.

Elementos del diseño tri-dimensional

En el diseño bi-dimensional, como hemos dicho al principio, hay tres grupos de elementos:

a) los elementos conceptuales: punto, línea, plano, volumen;

b) los elementos visuales: figura, tamaño, color y textura;

c) los elementos de relación: posición, dirección, espacio y gravedad.

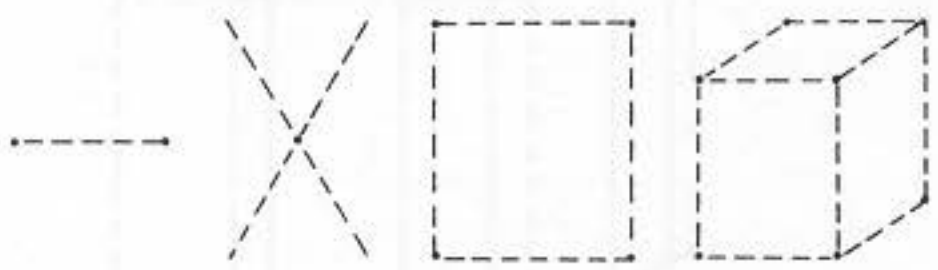
Los elementos conceptuales no existen físicamente, pero son percibidos como si estuvieran presentes. Los elementos visuales pueden ser vistos, desde luego, y constituyen la apariencia final del diseño. Los elementos de relación gobiernan la estructura de conjunto y las correspondencias internas de los elementos visuales.

Todos estos elementos son igualmente esenciales para el diseño tri-dimensional, aunque habremos de definirlos de una manera ligeramente diferente, y agregar por razones prácticas un conjunto de elementos de construcción. Los elementos constructivos son, en realidad, concreciones de los elementos conceptuales y serán indispensables en nuestras discusiones futuras.

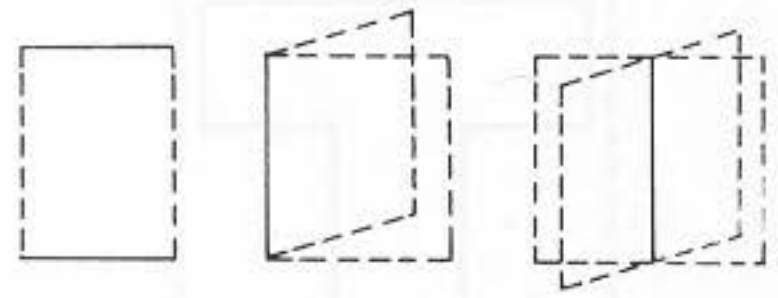
Elementos conceptuales

Un diseño tri-dimensional puede ser concebido en la mente antes de que tome forma física. El diseño se define, pues, mediante los siguientes elementos conceptuales:

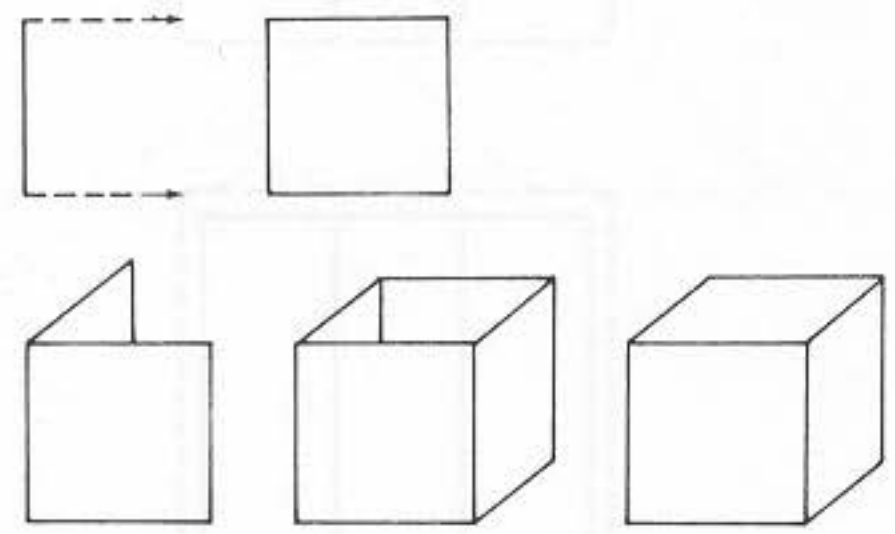
8



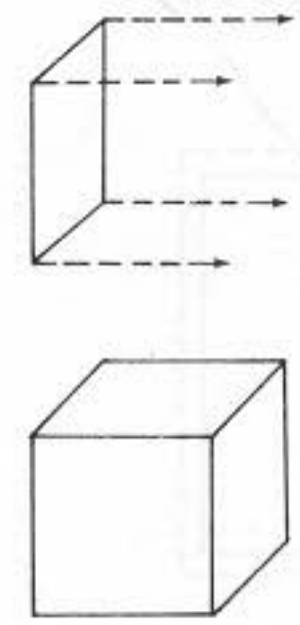
9



10



11



a) El punto. Un punto conceptual indica una posición en el espacio. No tiene longitud, anchura ni profundidad. Señala los dos extremos de una línea, el lugar único en que intersecciona las líneas y el encuentro de líneas en la esquina de un plano o el vértice de una forma sólida (fig. 8).

b) La línea. Al moverse un punto, su recorrido constituye una línea. Una línea conceptual tiene longitud, pero no tiene anchura ni profundidad. Tiene posición y dirección. Define el límite de un plano y marca el lugar en que dos planos se juntan o intersecciona (fig. 9).

c) El plano. El recorrido de una línea en movimiento (en una dirección distinta de la suya propia) se convierte en un plano. Un plano conceptual tiene longitud y anchura, pero no profundidad. Está limitado por líneas. Define los límites externos de un volumen (fig. 10).

d) El volumen. El recorrido de un plano en movimiento (en dirección distinta a la suya propia) se convierte en un volumen. Un volumen conceptual tiene longitud, anchura y profundidad, pero no peso. Define la cantidad de espacio contenido en el volumen o desplazado por el mismo (fig. 11).

Es importante observar que muchas de las ideas tri-dimensionales se visualizan sobre un trozo de papel plano. Normalmente usamos una línea fina para indicar el límite de un plano o volumen. Esta línea es visual, ya que aparece sobre la superficie bi-dimensional, pero es conceptual cuando su único objeto es como medio de representar una forma tri-dimensional.

Elementos visuales

Las formas tri-dimensionales se ven diferentes desde ángulos y distancias distintos y bajo distintas condiciones de iluminación. Por lo tanto, debemos

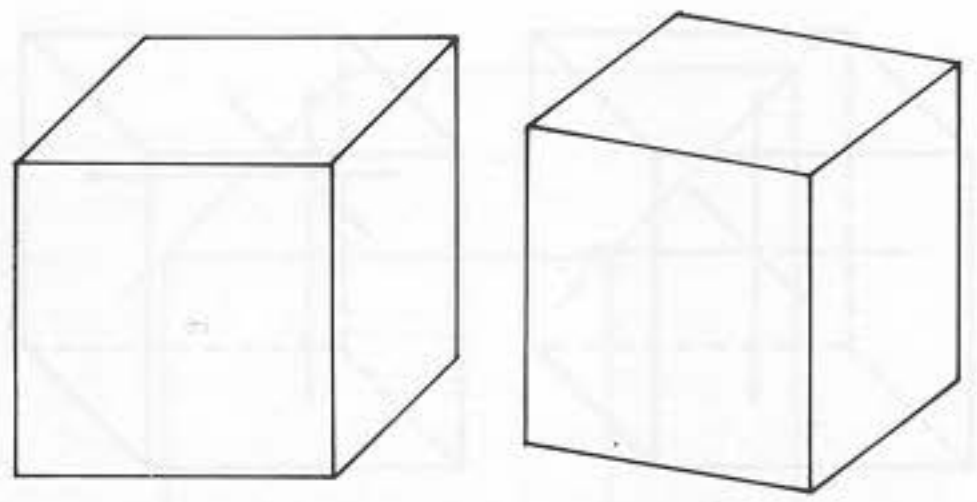
considerar los siguientes elementos visuales que son independientes de tales situaciones variables:

a) La figura. La figura es la apariencia externa de un diseño y la identificación principal de su tipo. Una forma tri-dimensional puede representarse sobre una superficie plana mediante múltiples figuras bi-dimensionales, cosa de la que tenemos que ser conscientes para relacionar visualmente todos estos aspectos diferentes con la misma forma (fig. 12).

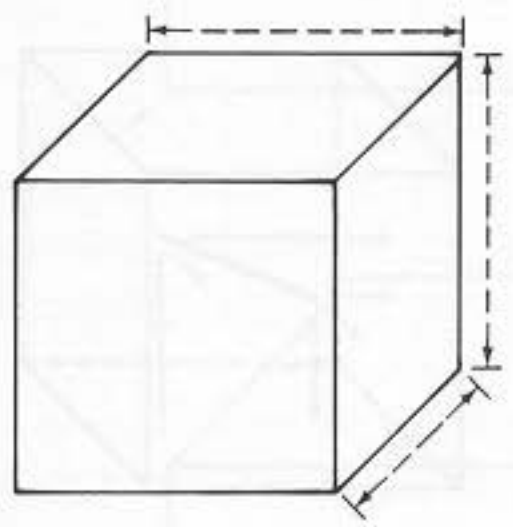
b) El tamaño. El tamaño no es sólo la magnitud o pequeñez, longitud o brevedad, que sólo se puede establecer por comparación. El tamaño es también la medición concreta y se puede medir sobre cualquier forma tri-dimensional en términos de longitud, anchura y profundidad (o altura, anchura y grosor) a partir de los cuales se puede calcular su volumen (fig. 13).

c) El color. El color, o la intensidad de claro u oscuro, es lo que más claramente distingue una forma de su entorno y puede ser natural o artificial. Cuando es natural, presenta el color original del material. Cuando es artificial, el color original del material está recubierto por una capa de pintura, o ha sido transformado por el tratamiento con algún otro método (fig. 14).

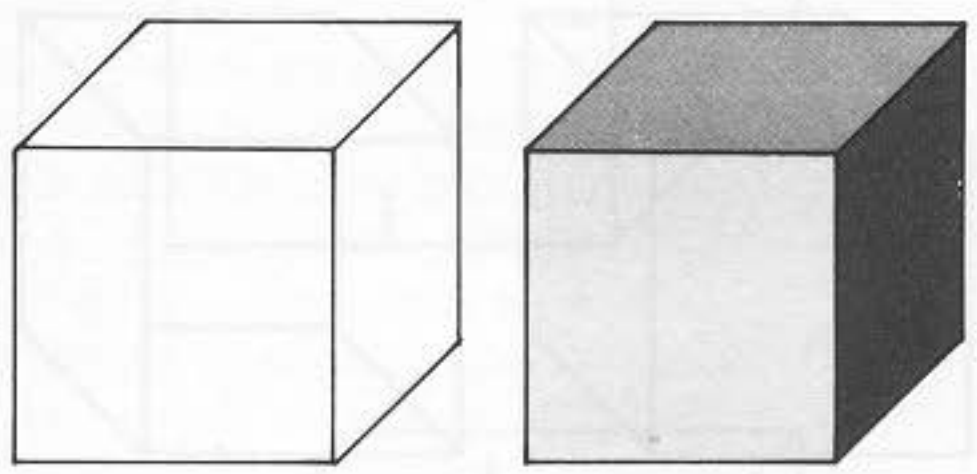
d) La textura. La textura se refiere a las características de superficie del material utilizado en el diseño. Puede estar en forma natural, sin adornos, o con un tratamiento especial. Puede ser lisa, rugosa, mate o brillante según determine el diseñador. Puede ser una textura a pequeña escala que acentúe la decoración bi-dimensional de la superficie o una textura más marcada, que acentúe la tangibilidad tri-dimensional (fig. 15).



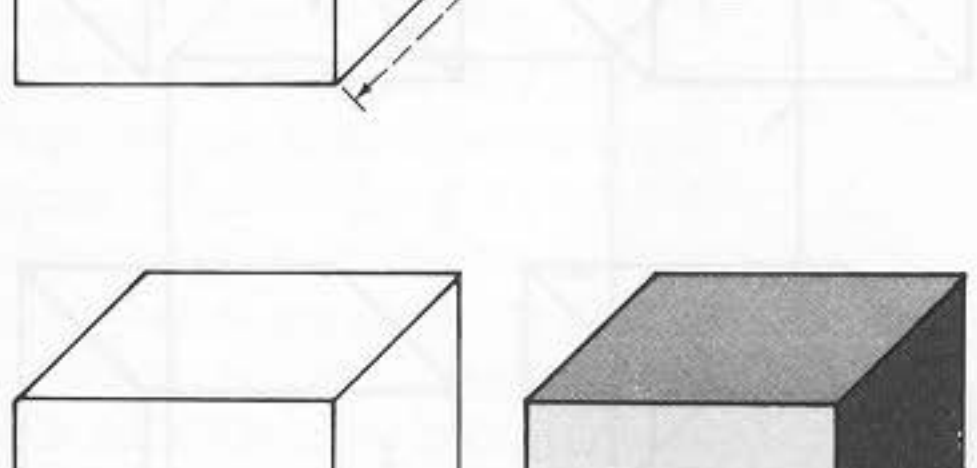
12



13

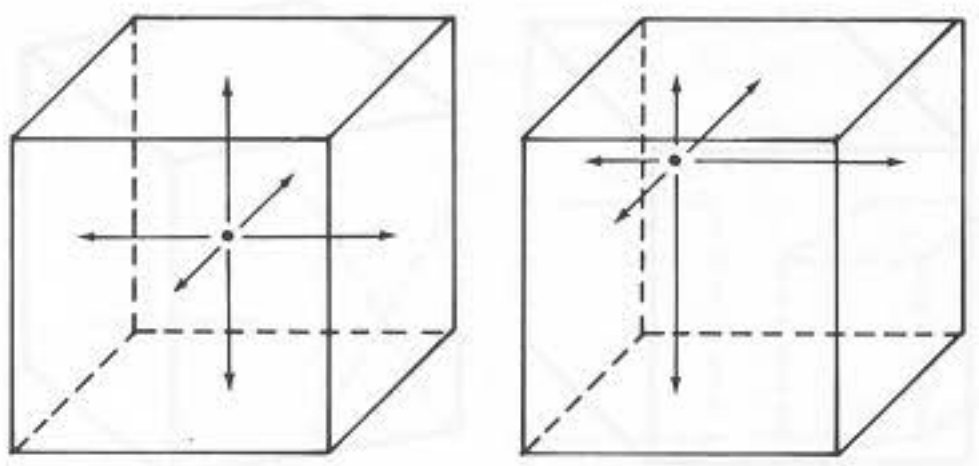


14

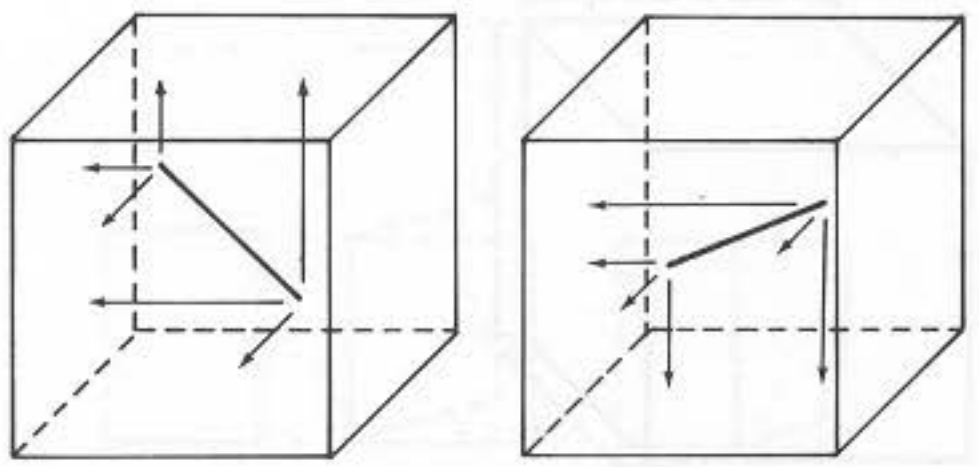


15

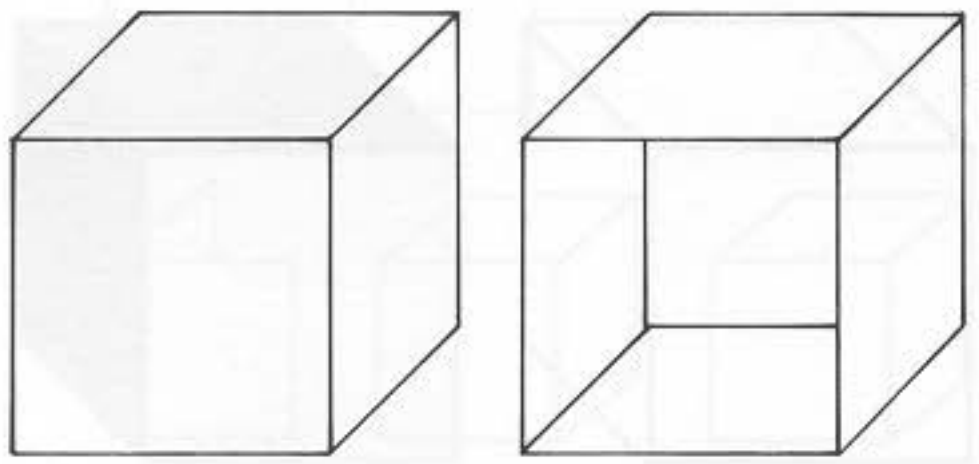
16



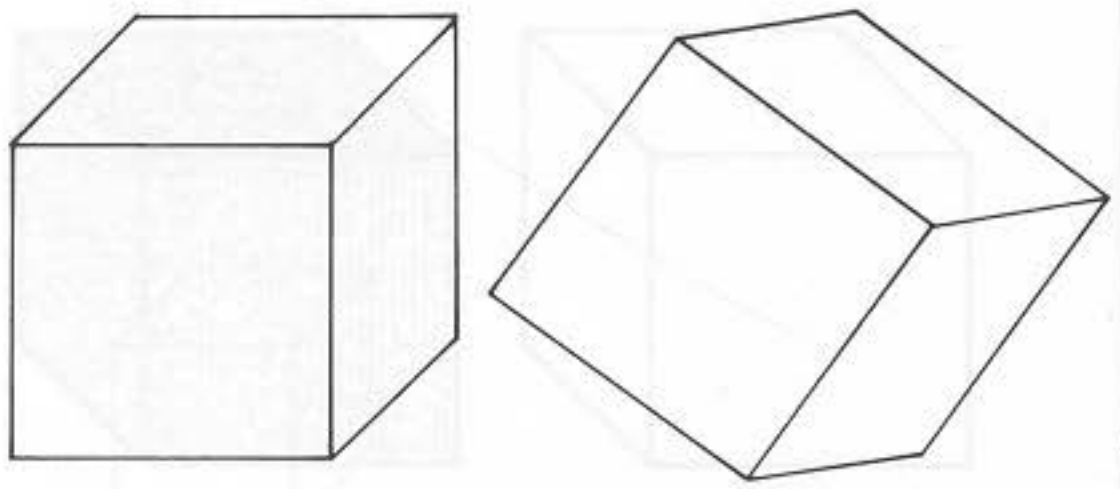
17



18



19



Elementos de relación

Los elementos de relación son más complicados en el diseño tri-dimensional que en el bi-dimensional. Mientras que en el diseño bi-dimensional se usa un marco de referencia, en el tri-dimensional podemos usar un cubo de referencia imaginario para establecer las relaciones.

a) Posición. La posición debe ser determinada desde más de uno de los planos básicos. Hemos de saber cómo se relaciona el punto con los planos frontal/posterior, superior/inferior y laterales del cubo imaginario (fig. 16).

b) Dirección. La dirección, también, tiene que ser vista desde más de un punto. Una línea podría ser paralela a los planos frontal/posterior, pero oblicua respecto a los demás planos del cubo imaginario (fig. 17).

c) Espacio. El espacio es en este caso, por descontado, real y no ilusorio. Puede ser visto como ocupado de forma sólida, desocupado o vaciado internamente (fig. 18).

d) Gravedad. La gravedad es real y tiene un efecto constante sobre la estabilidad del diseño. No podemos sostener las figuras en el aire, sin apoyarlas, colgarlas o anclarlas de alguna manera. Algunos materiales son pesados y otros son ligeros. El material usado determina el peso de la forma así como su capacidad para soportar la carga gravitatoria de otras figuras encima suyo. Todas las estructuras tri-dimensionales están sujetas a la ley de la gravedad y esto significa que ciertas disposiciones y posiciones simplemente no son posibles (fig. 19).

Elementos constructivos

Los elementos constructivos tienen fuertes cualidades estructurales y son particularmente importantes para la comprensión de los sólidos geométricos. Estos elementos son los usados para indicar los componentes del diseño tri-dimensional:

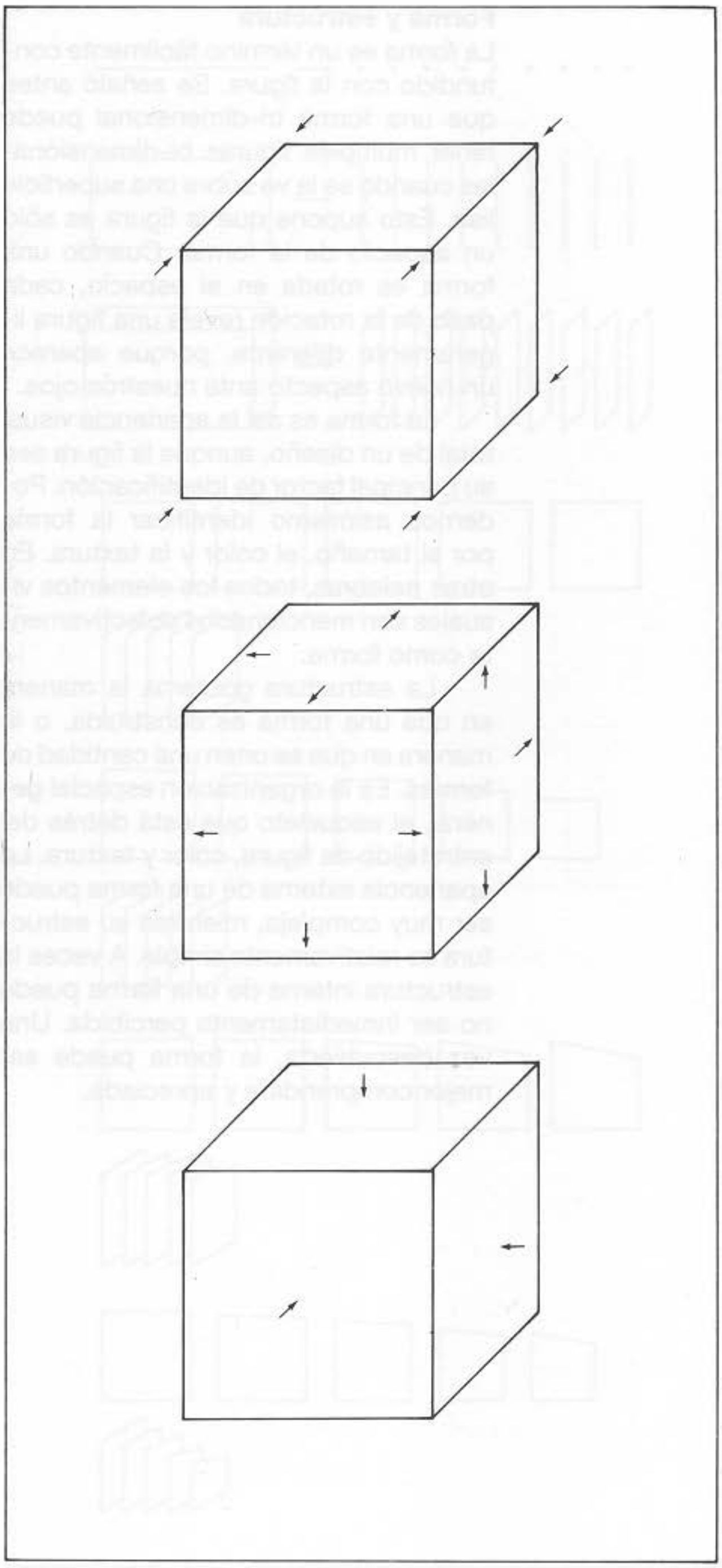
a) Vértice. Cuando diversos planos confluyen en un punto conceptual, tenemos un vértice. Los vértices pueden ser proyectados hacia afuera o hacia adentro (fig. 20).

b) Filo. Cuando dos planos paralelos se unen a lo largo de una línea conceptual, se produce un filo. También los filos pueden producirse hacia afuera o hacia adentro (fig. 21).

c) Cara. Un plano conceptual que está físicamente presente se convierte en una superficie. Las caras son superficies externas que encierran a un volumen (fig. 22).

Idealmente todos los vértices deben ser marcados y puntiagudos, todos los filos deben ser agudos y rectos, todas las superficies deben ser suaves y lisas. En la realidad, esto depende de los materiales y las técnicas, y ciertas irregularidades menores son normalmente inevitables.

Los elementos constructivos pueden ayudar a definir precisamente las formas volumétricas. Por ejemplo, un cubo tiene ocho vértices, doce filos y seis caras.



20

21

22

Forma y estructura

La *forma* es un término fácilmente confundido con la *figura*. Se señaló antes que una forma tri-dimensional puede tener múltiples figuras bi-dimensionales cuando se la ve sobre una superficie lisa. Esto supone que la figura es sólo un aspecto de la forma. Cuando una forma es rotada en el espacio, cada paso de la rotación revela una figura ligeramente diferente, porque aparece un nuevo aspecto ante nuestros ojos.

La forma es así la apariencia visual total de un diseño, aunque la figura sea su principal factor de identificación. Podemos asimismo identificar la forma por el tamaño, el color y la textura. En otras palabras, todos los elementos visuales son mencionados colectivamente como forma.

La estructura gobierna la manera en que una forma es construida, o la manera en que se unen una cantidad de formas. Es la organización espacial general, el esqueleto que está detrás del entretejido de figura, color y textura. La apariencia externa de una forma puede ser muy compleja, mientras su estructura es relativamente simple. A veces la estructura interna de una forma puede no ser inmediatamente percibida. Una vez descubierta, la forma puede ser mejor comprendida y apreciada.

Módulos

Las formas más pequeñas, que son repetidas, con variaciones o sin ellas, para producir una forma mayor, se denominan *módulos*.

Un módulo puede estar compuesto de elementos más pequeños, que se denominan *submódulos*.

Una unidad mayor puede estar hecha por dos o más módulos en relación constante y aparecer frecuentemente en un diseño. Se les llama *supermódulos.*

Repetición y gradación

Los módulos pueden ser utilizados en repetición exacta o en gradación.

La repetición supone que los módulos son idénticos en figura, tamaño, color y textura. La figura es el elemento visual más importante de los módulos, y así podemos tener módulos repetidos en figura pero no en tamaño. El color y la textura pueden variar si así se desea, pero no están dentro del alcance de este libro.

La gradación significa transformación o cambio, de una manera gradual y ordenada. Aquí la disposición de su secuencia es muy importante, porque de otra manera el orden de gradación no puede ser reconocido.

Podemos tener una gradación de figura, en la que ésta cambia ligeramente de un módulo al siguiente, o gradación de tamaño, con las unidades repetidas o graduadas en su figura.

2. Planos seriados

Los puntos determinan una línea. Las líneas determinan un plano. Los planos determinan un volumen.

Una línea puede ser representada por una serie de puntos (fig. 23).

Un plano puede ser representado por una serie de líneas (fig. 24).

Un volumen puede ser representado por una serie de planos (fig. 25).

Cuando un volumen es representado por una serie de planos, cada plano es una sección transversal del volumen.

Planos seriados

Por lo tanto, para construir una forma volumétrica, podemos pensar en términos de sus secciones transversales, o en cómo la forma puede ser cortada en rodajas, a intervalos regulares, de lo que derivan los planos seriados.

Cada plano seriado puede ser considerado como un módulo, que podrá ser usado en repetición o en gradación.

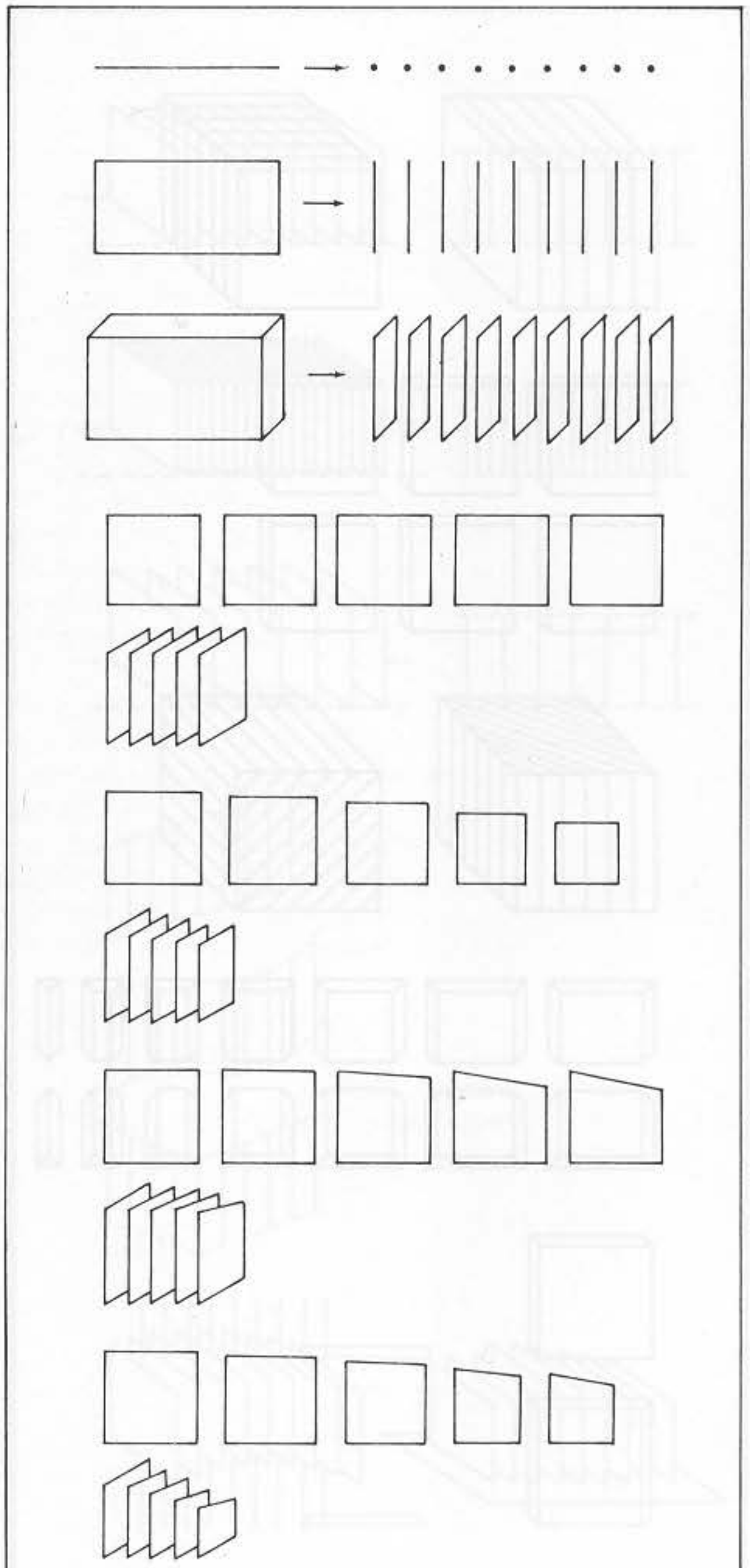
Como fuera ya mencionado, la repetición se refiere a repetir tanto la figura como el tamaño de los módulos (fig. 26).

La gradación se refiere a una variación gradual del módulo, y puede ser usada de tres maneras:

a) Gradación de tamaño pero repetición de figura (fig. 27).

b) Gradación de figura pero repetición de tamaño (fig. 28).

c) Gradación de la figura y del tamaño (fig. 29).



23

24

25

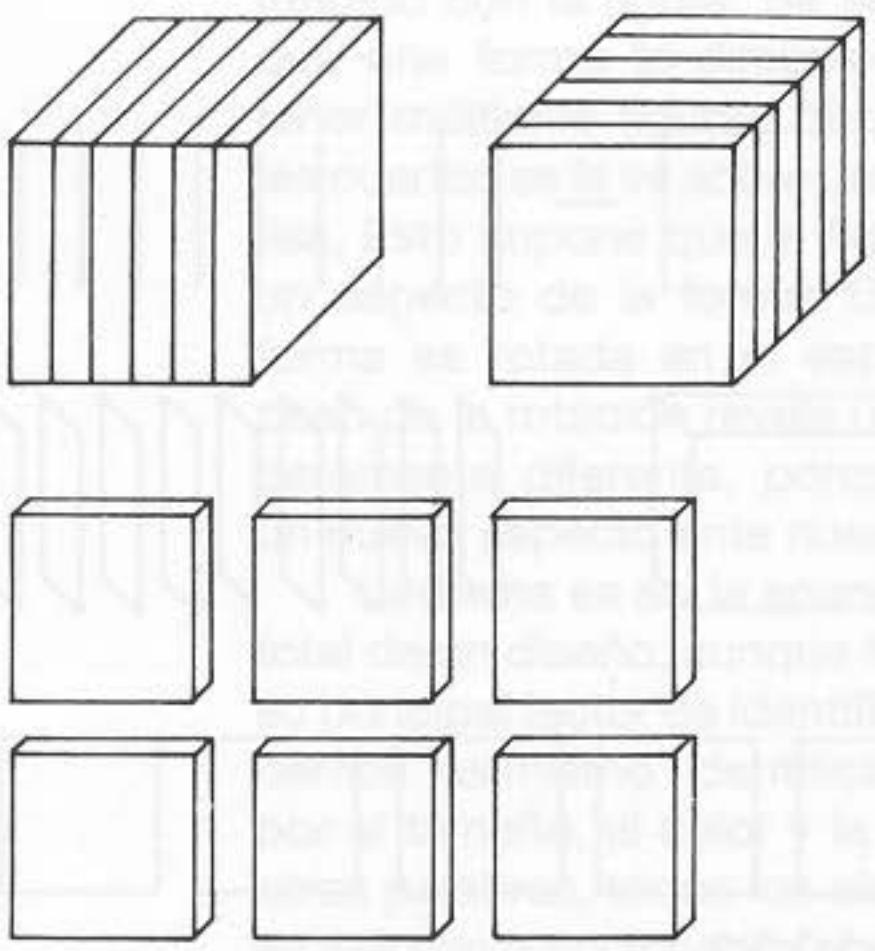
26

27

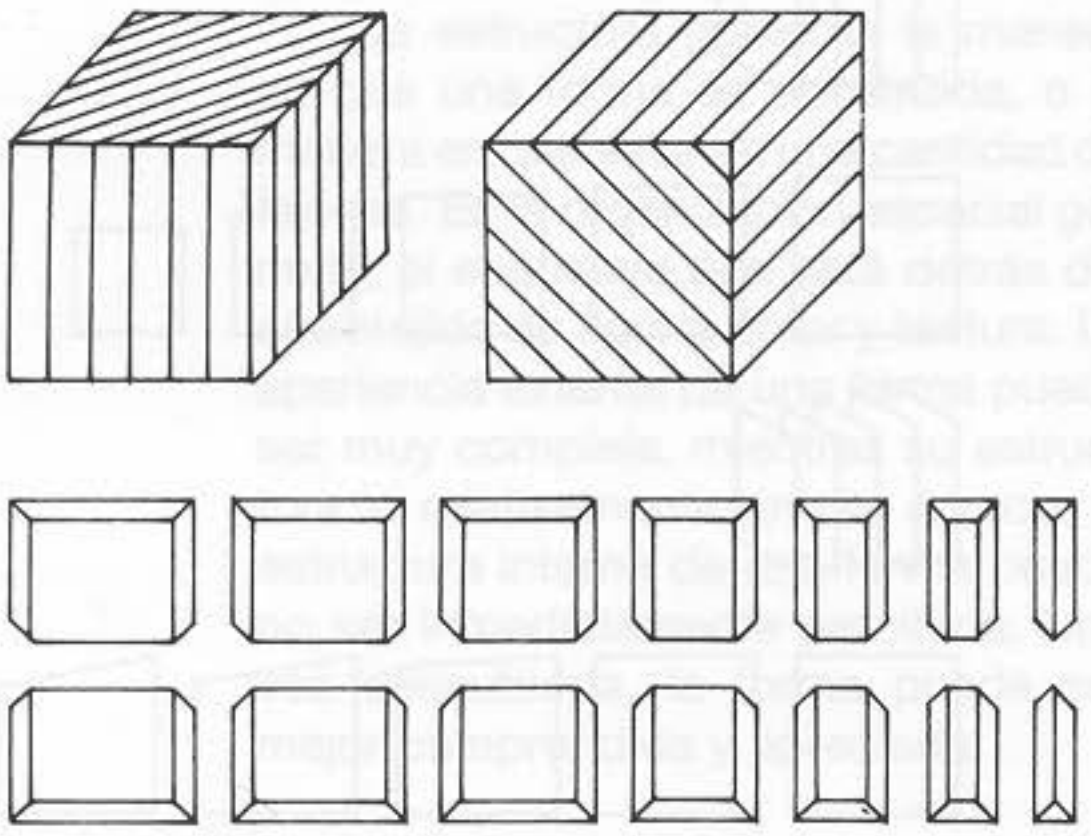
28

29

30

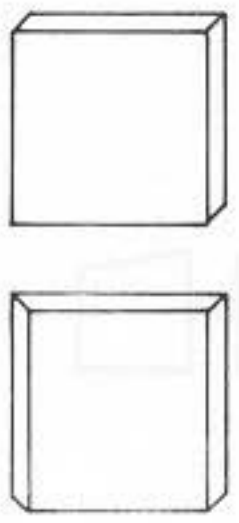


31



32

33



Disección de un cubo

Para ilustrar un poco más, podemos dividir un cubo en una cantidad de delgados planos de un mismo grosor.

La forma más simple es la separación a lo largo de la longitud, del ancho o de la profundidad, en capas paralelas. El resultado es obtener una cantidad de planos seriados, que son repeticiones de una misma figura y un mismo tamaño (fig. 30).

El mismo cubo puede ser separado diagonalmente. Hay muchas formas de hacer esto. Nuestro diagrama muestra una suerte de disección diagonal, que deriva en planos seriados con gradación de figura. El tamaño queda asimismo en gradación. La altura permanece constante, pero el ancho aumenta o disminuye gradualmente (fig. 31).

Debe señalarse que en la disección por la longitud, por el ancho o por la profundidad, todos los planos seriados poseen bordes cuadrados (fig. 32).

En la disección diagonal, todos los planos seriados poseen bordes oblicuos (fig. 33).

Los bordes pueden no tener mucha importancia si los planos son extremadamente delgados, pero si son gruesos no debe descuidarse la influencia de los bordes en el diseño.

Al disponer los planos seriados deben considerarse los elementos de relación. Los dos principales elementos de relación que no deben ser descuidados son la posición y la dirección.

Variaciones posicionales

La posición tiene relación, ante todo, con el espacio entre los planos. Si no se introducen variaciones de dirección, todos los planos seriados serán paralelos entre sí, cada uno de ellos siguiendo al otro sucesivamente, con un espacio igual entre ellos.

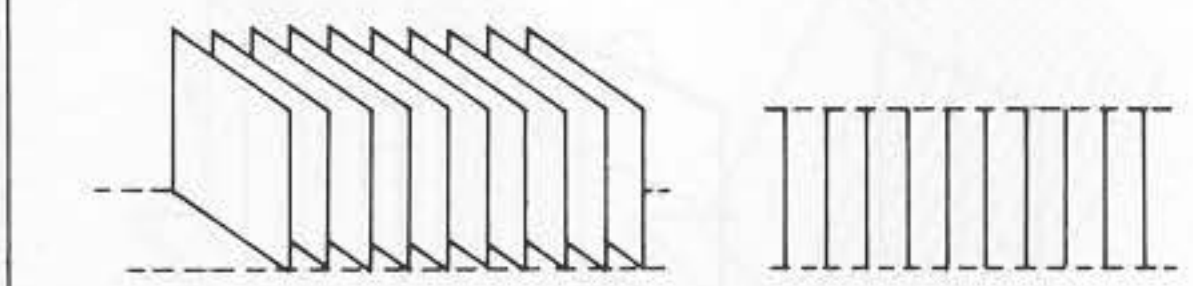
Supongamos que todos los planos son cuadrados de un mismo tamaño. Si un plano sigue a otro, en forma recta, los bordes verticales de los planos trazan dos líneas rectas paralelas, cuyo ancho es el mismo de los planos (fig. 34).

El espacio entre los planos puede ser estrecho o amplio, con efectos diferentes. Un espacio estrecho da a la forma una mayor sensación de solidez, mientras un espacio amplio debilita la sugestión de un volumen (fig. 35).

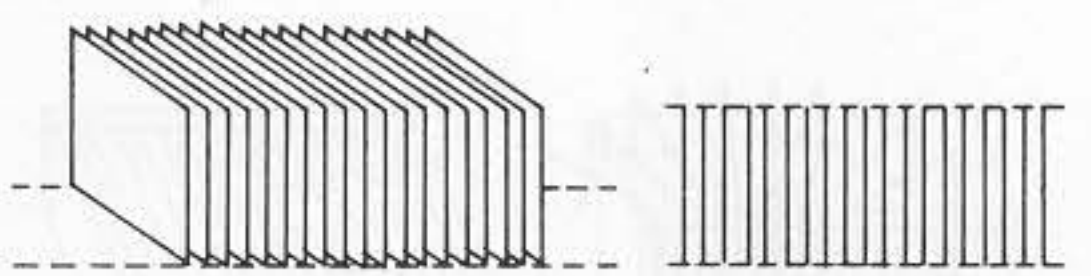
Sin cambiar el espacio entre los planos, la posición de cada uno puede ser trasladada gradualmente hacia un lado, o hacia adelante y atrás. Esto provoca que la figura volumétrica experimente varias distorsiones (fig. 36).

Asimismo, sin cambiar el espacio entre los planos, la posición de cada uno puede ser trasladada gradualmente hacia arriba o hacia abajo. Esto puede ser hecho fácilmente si los planos están colgados o suspendidos en el aire (fig. 37).

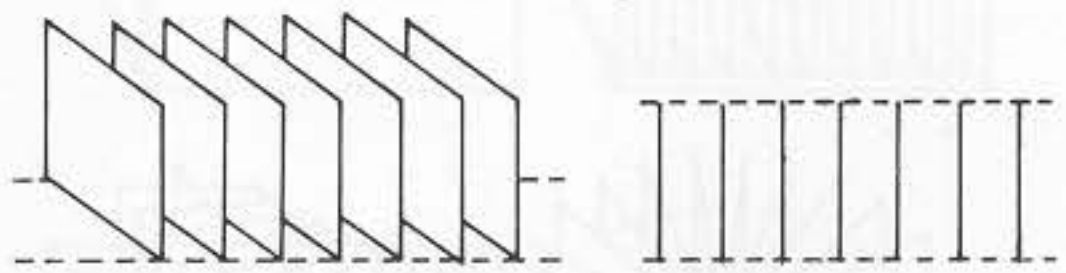
Si los planos son colocados sobre una base, podemos reducir su altura, para sugerir el efecto de su hundimiento gradual, sólo con la variación posicional de manera vertical (fig. 38).



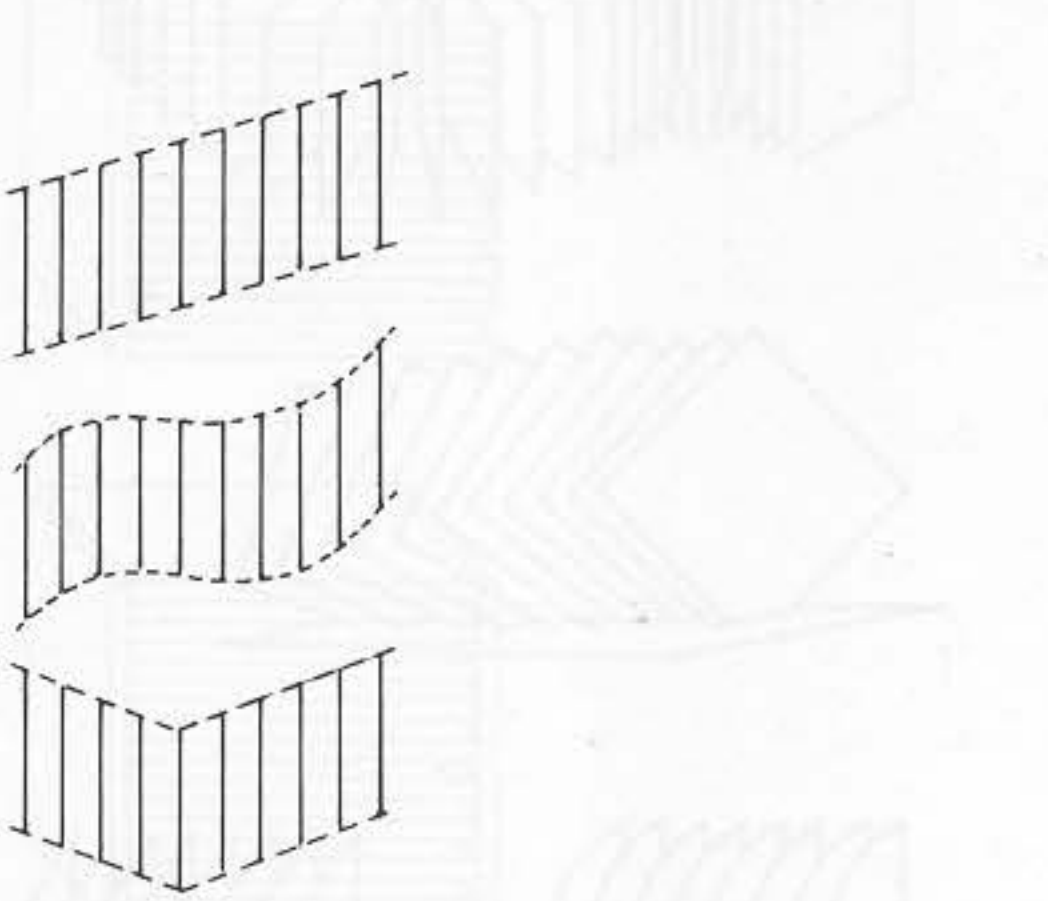
34



35



36



37

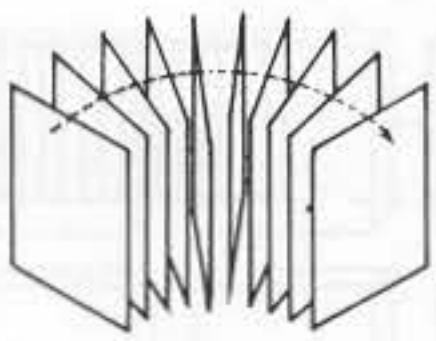
38

39

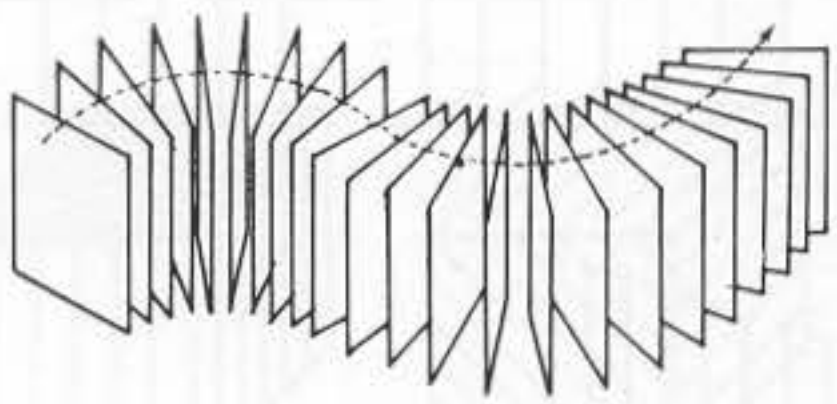
40

41

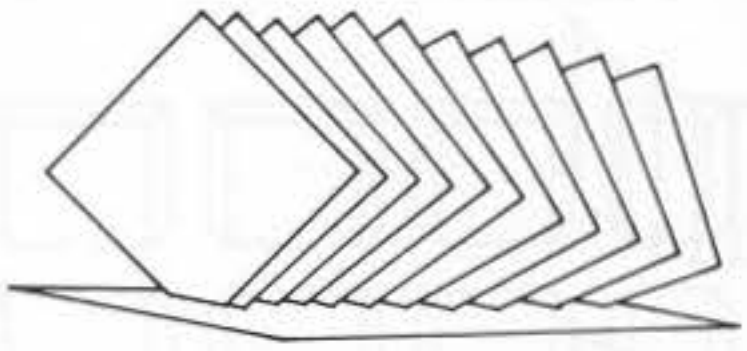
42



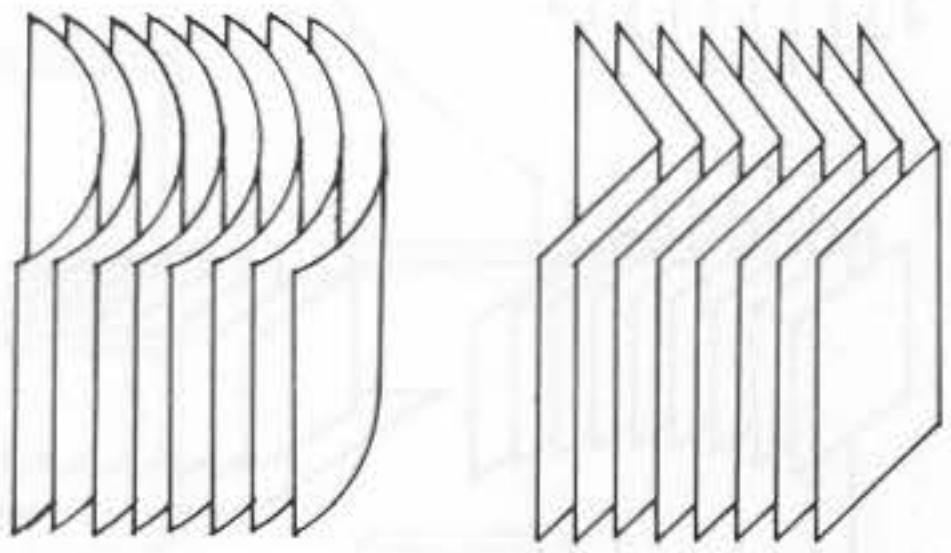
43



44



45



Variaciones de dirección

La dirección de los planos puede ser variada de tres maneras:

a) Rotación sobre un eje vertical (fig. 39).

b) Rotación sobre un eje horizontal (fig. 40).

c) Rotación sobre el mismo plano (fig. 41).

La rotación sobre un eje vertical requiere desviar a los planos de su disposición paralela. La posición queda definitivamente modificada, porque cada cambio de dirección exige simultáneamente un cambio de posición.

En este caso, los planos pueden ser dispuestos en radiación, formando una figura circular (fig. 42).

O pueden formar una figura con curvas a la izquierda y a la derecha (fig. 43).

La rotación sobre un eje horizontal no puede hacerse si los planos están fijos sobre una base horizontal. Si están fijos sobre una base vertical, su rotación sobre un eje horizontal será esencialmente la misma que la rotación sobre un eje vertical, ya descrita.

La rotación sobre el mismo plano supone que las esquinas o los bordes de cada plano se mueven de una posición a otra, sin afectar la dirección básica del plano mismo. Esto deriva a una figura torcida en forma de espiral (fig. 44).

Los planos pueden ser físicamente curvados o quebrados si así se desea (fig. 45).

Técnicas de construcción

Cualquier tipo de material en hojas puede ser utilizado para hacer planos seriados. Las hojas de acrílico son excelentes si se desea un efecto de transparencia. Las hojas de madera enchapada pueden ser utilizadas para la construcción en una escala muy grande. Casi todos los modelos mostrados en este capítulo han sido hechos con cartón grueso, que puede ser manejado con facilidad. El grosor del cartón asegura su firme adherencia a la base, si la hay.

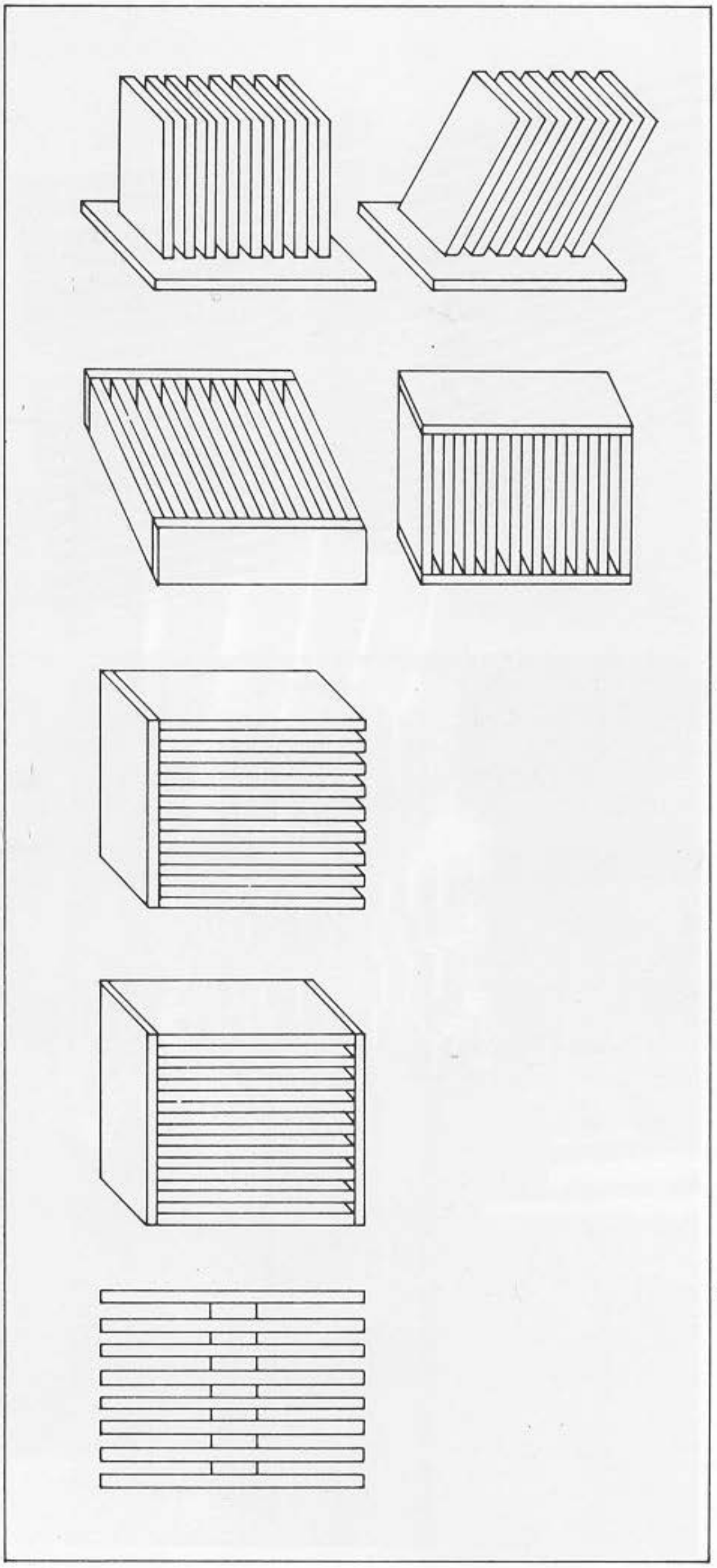
Para la construcción con cartón, los mejores adhesivos son los que pegan en forma rápida y fuerte. Los planos verticales deben erigirse en posición vertical, sobre una base horizontal, para conseguir el máximo de firmeza y estabilidad. Los planos inclinados sólo son posibles cuando tanto los materiales como el adhesivo son extremadamente fuertes y cuando el borde de unión de cada plano haya sido cortado oblicuamente con precisión (fig. 46).

Para refuerzo, puede utilizarse un plano o planos adicionales, junto a los bordes superiores o laterales de los planos. Esto se recomienda solamente cuando tales bordes de los planos desempeñen un papel insignificante en la figura final del diseño (fig. 47).

Los planos seriados que sean dispuestos en forma horizontal exigen un adhesivo muy fuerte si sólo se usa una tabla vertical como sostén (fig. 48).

Normalmente, deben usarse dos o más tablas verticales para los planos seriados en horizontal (fig. 49).

Puede utilizarse un centro vertical de sostén para planos seriados horizontales de una figura más libre (fig. 50).



46

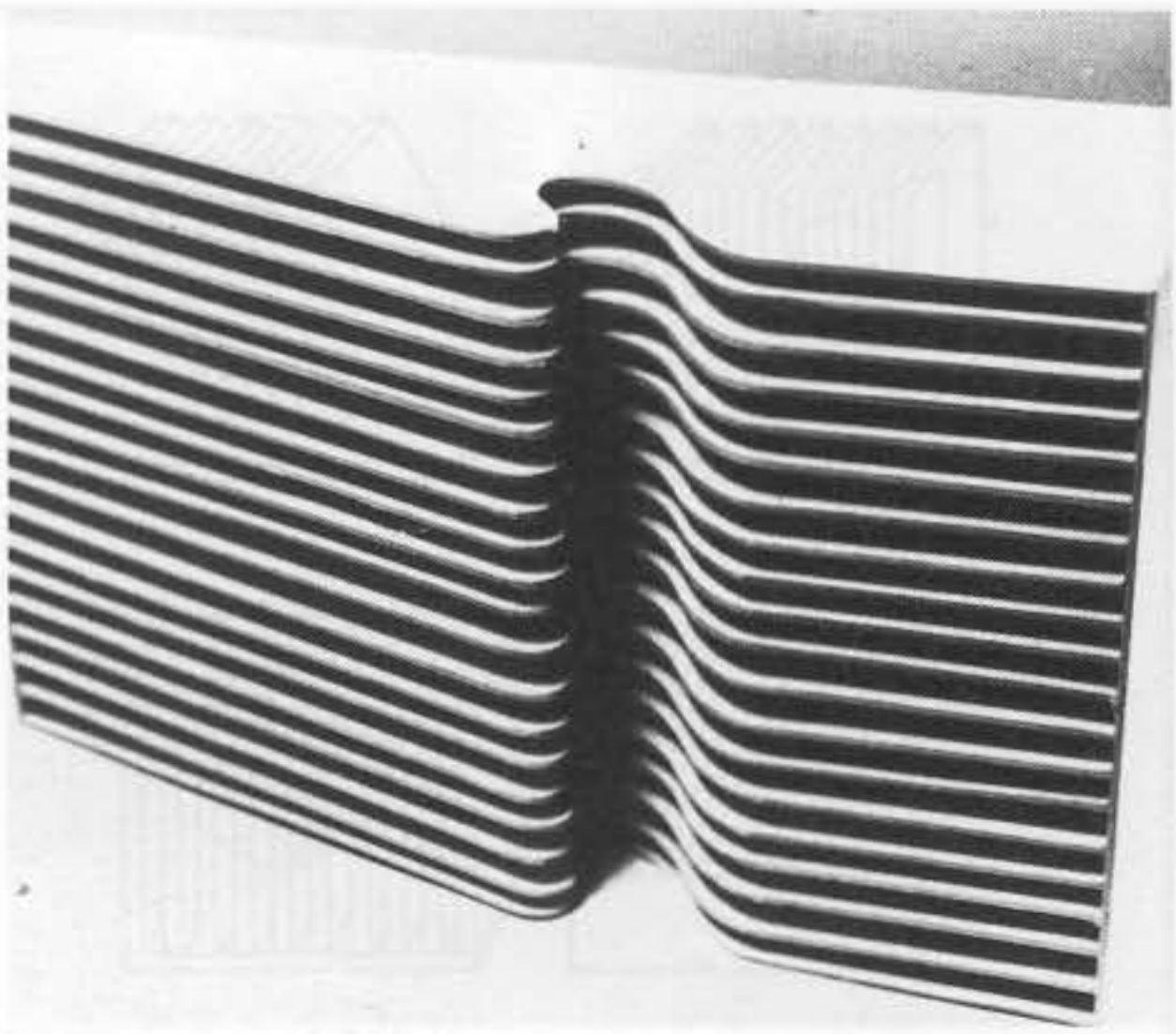
47

48

49

50

51



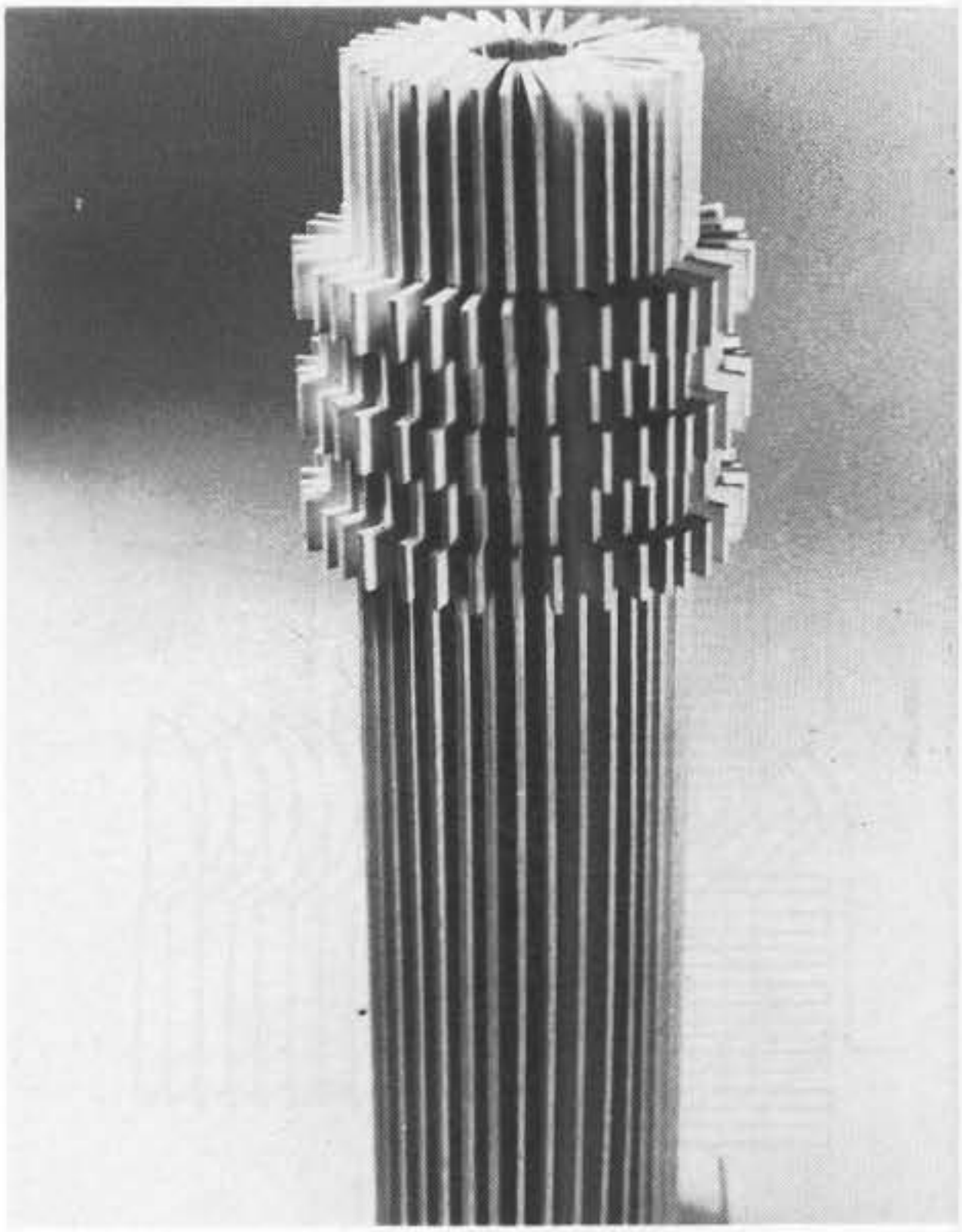
Las figuras 51 a 66 ilustran un mismo problema de diseño, en proyectos realizados por distintos estudiantes.

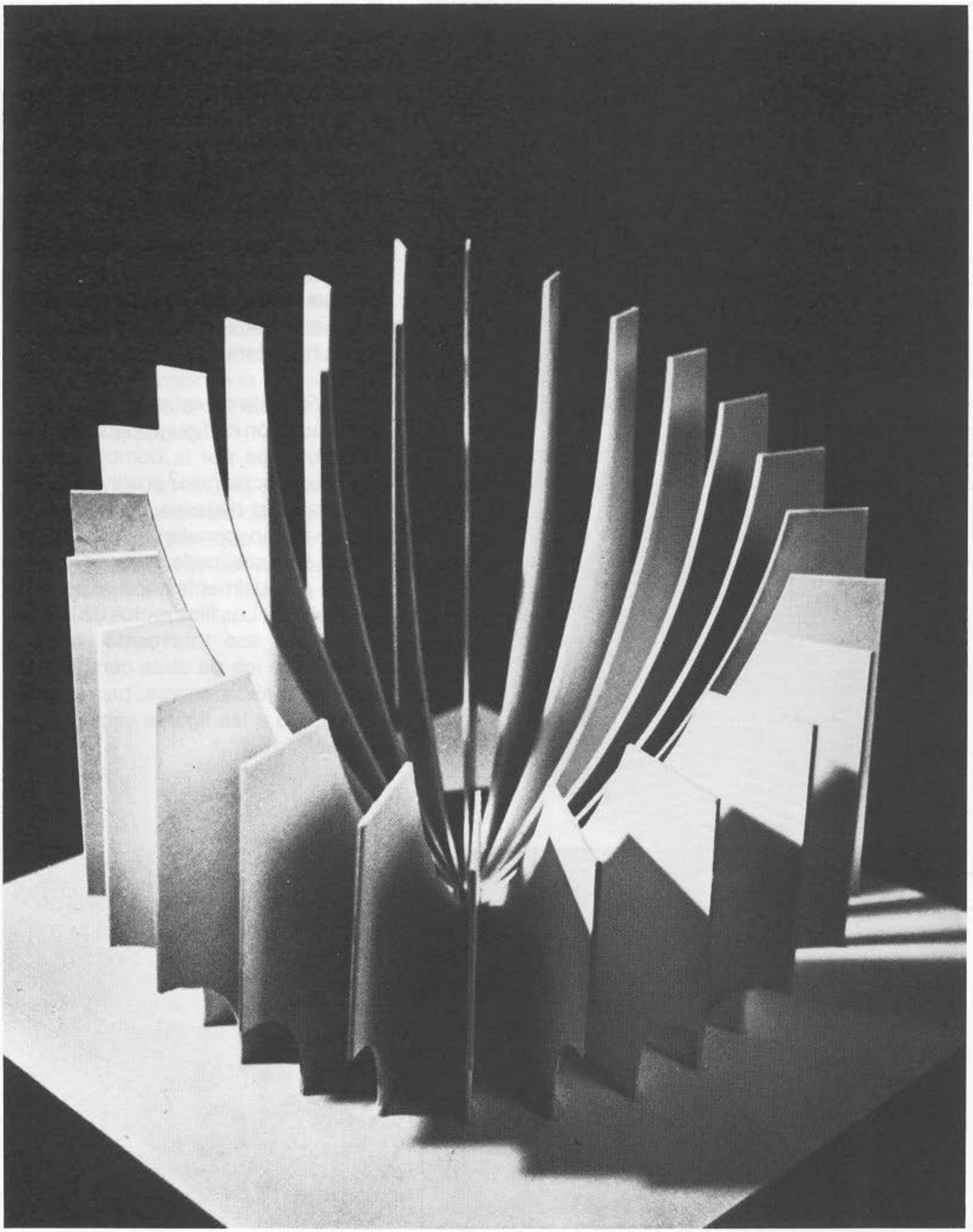
Figura 51. Ésta aparece construida con planos horizontales consecutivos, que son repetidos tanto en figura como en tamaño. Los planos son paralelos entre sí, con iguales espacios intermedios, y están sujetos a dos planos verticales.

Figura 52. Aquí una cantidad de planos verticales repetitivos son colocados alrededor de un eje vertical común. El resultado es una figura cilíndrica.

Figura 53. La disposición es similar a la de la figura 52. Los planos consecutivos aumentan gradualmente en altura desde el frente hacia el fondo. La sensación volumétrica de la forma no es muy fuerte, debido a que el espaciamiento entre planos es bastante amplio a lo largo de todo el perímetro.

52





53

54

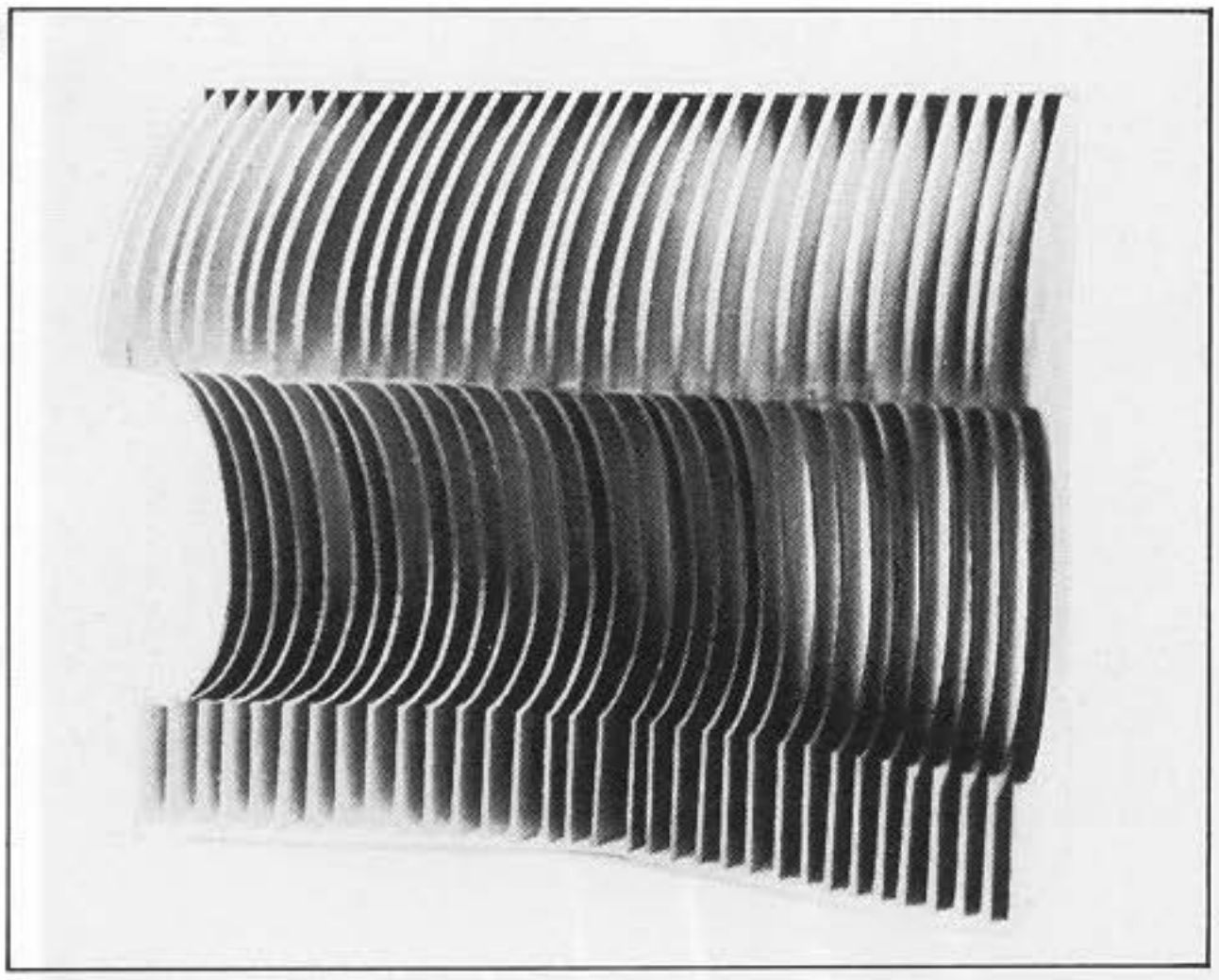


Figura 54. De un vistazo, parecería que todos los planos consecutivos son iguales, tanto en figura como en tamaño. Un examen más atento revela que tienen una sutil gradación de figura. Mientras la parte superior de la estructura es totalmente recta, la inferior se tuerce sutilmente hacia una figura en V.

55

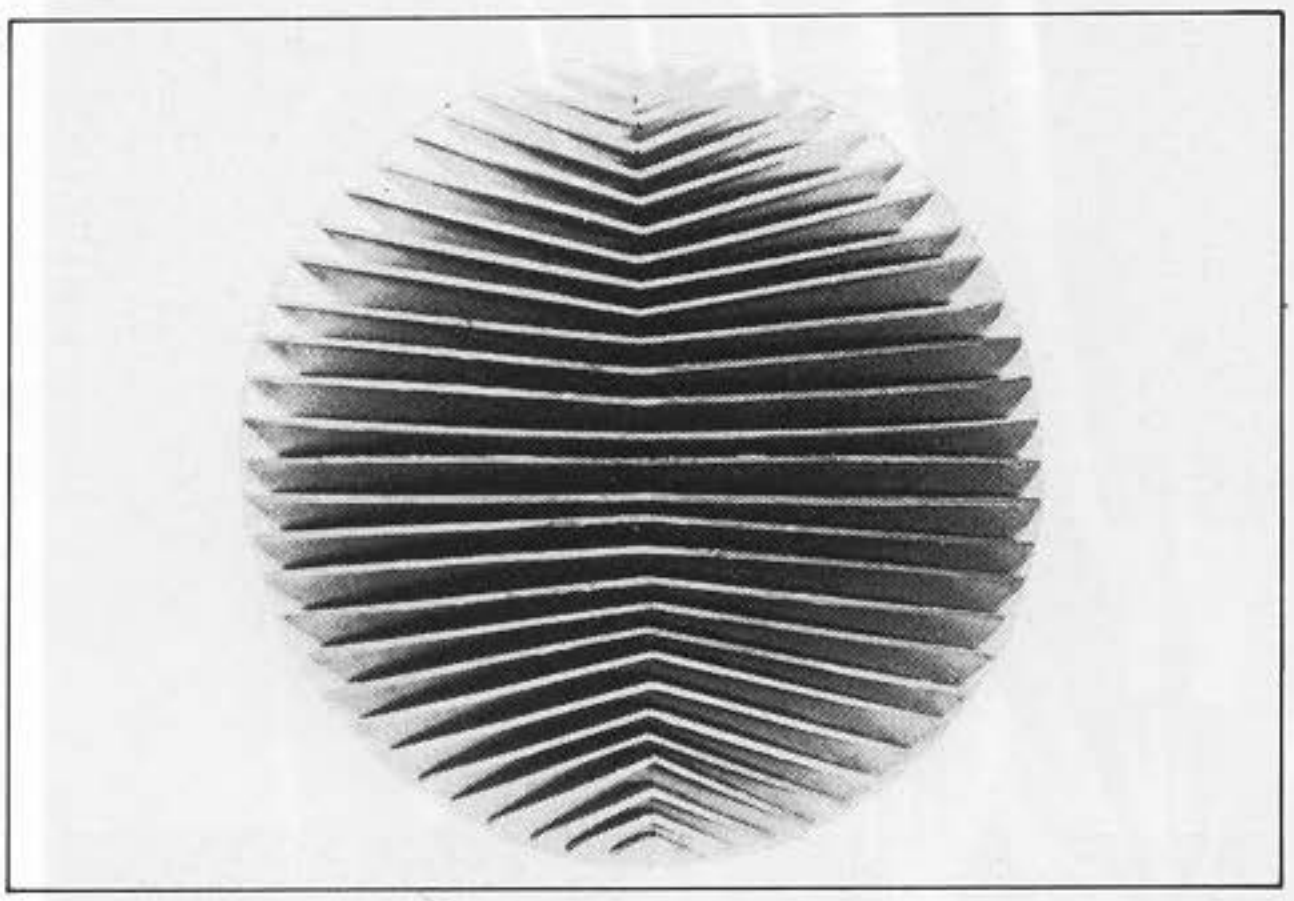


Figura 55. Con un plano recto en el centro de la estructura, todos los otros se tuercen en ángulos cada vez más agudos. La forma volumétrica sugerida es la de una esfera.

56

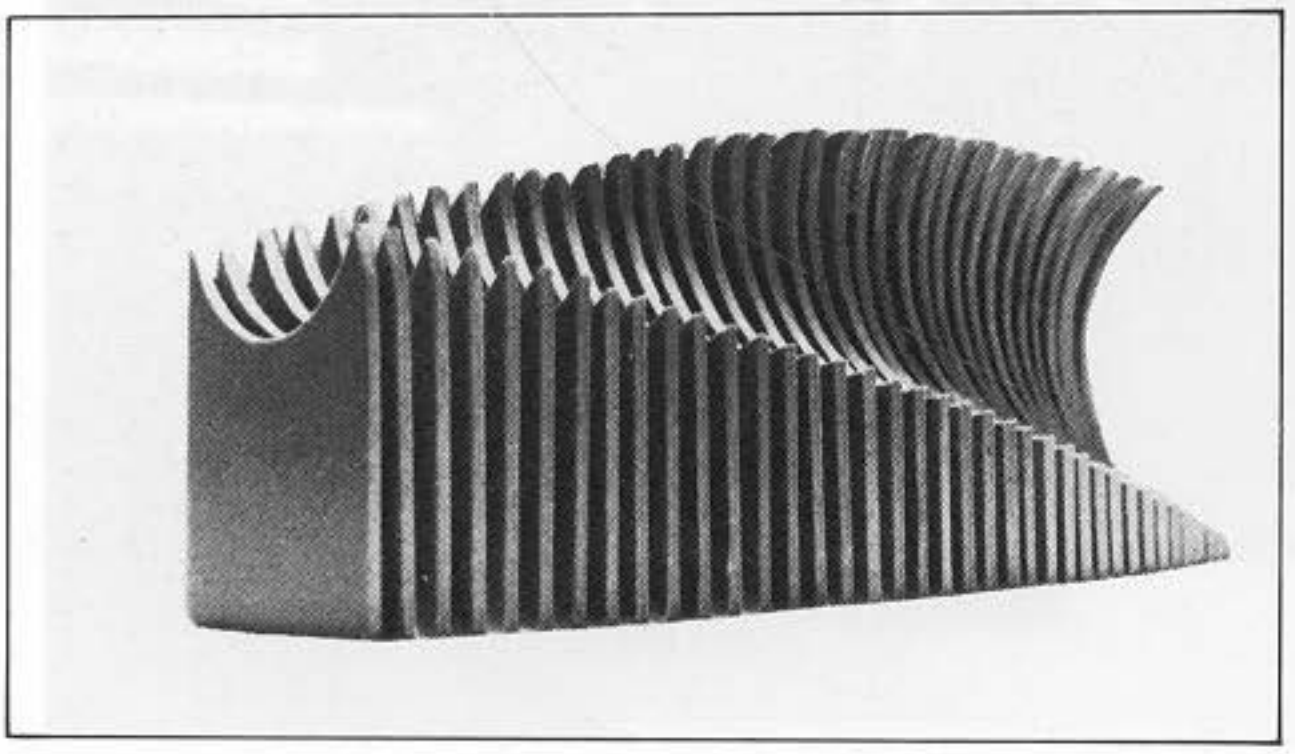
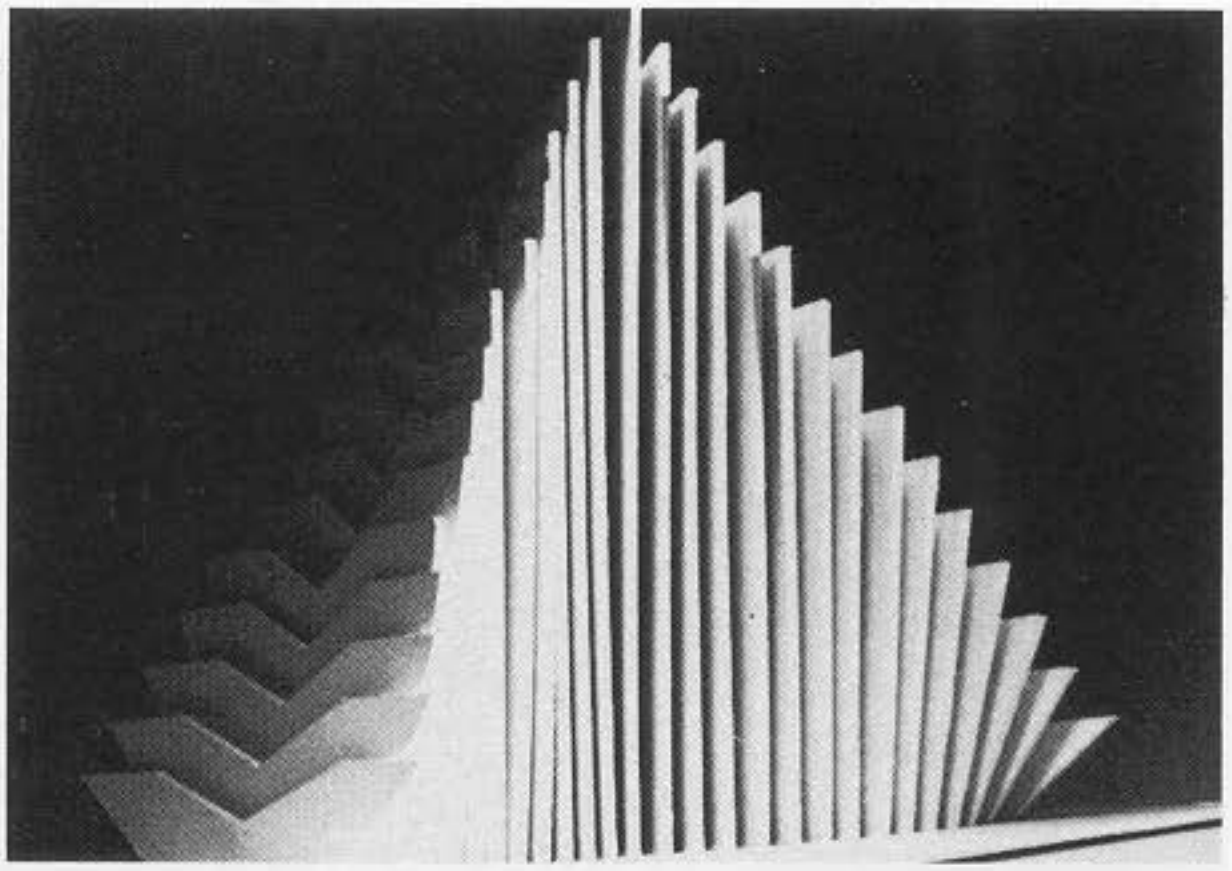


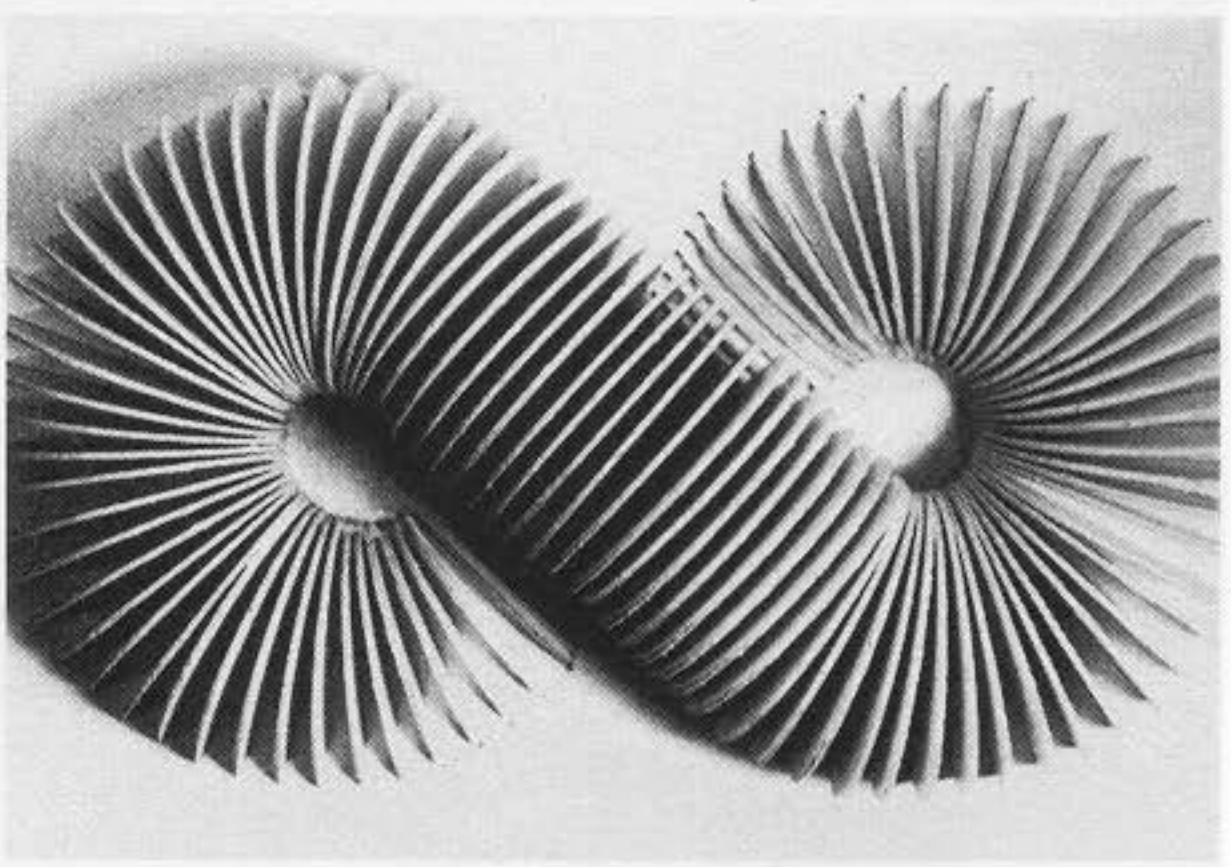
Figura 56. Ésta muestra el uso eficaz de una gradación de figura. Cada plano ha sido obtenido por la combinación de una figura rectangular positiva y de una figura circular negativa. La primera tiene un ancho constante, pero la segunda se hace cada vez mayor y se mueve gradualmente hacia abajo y hacia adelante. Los filos rectos de la figura rectangular son totalmente rectos al frente, pero los de atrás cambian gradualmente hacia curvas, para establecer un eco a las figuras circulares negativas.

Figura 57. Ésta es una estructura triangular que deriva de la gradación de los planos consecutivos, tanto en figura como en tamaño. Los planos cortos y anchos, con figura de V, que están en ambos costados, se hacen altos y estrechos hacia el medio, por la gradación de tamaño y figura.



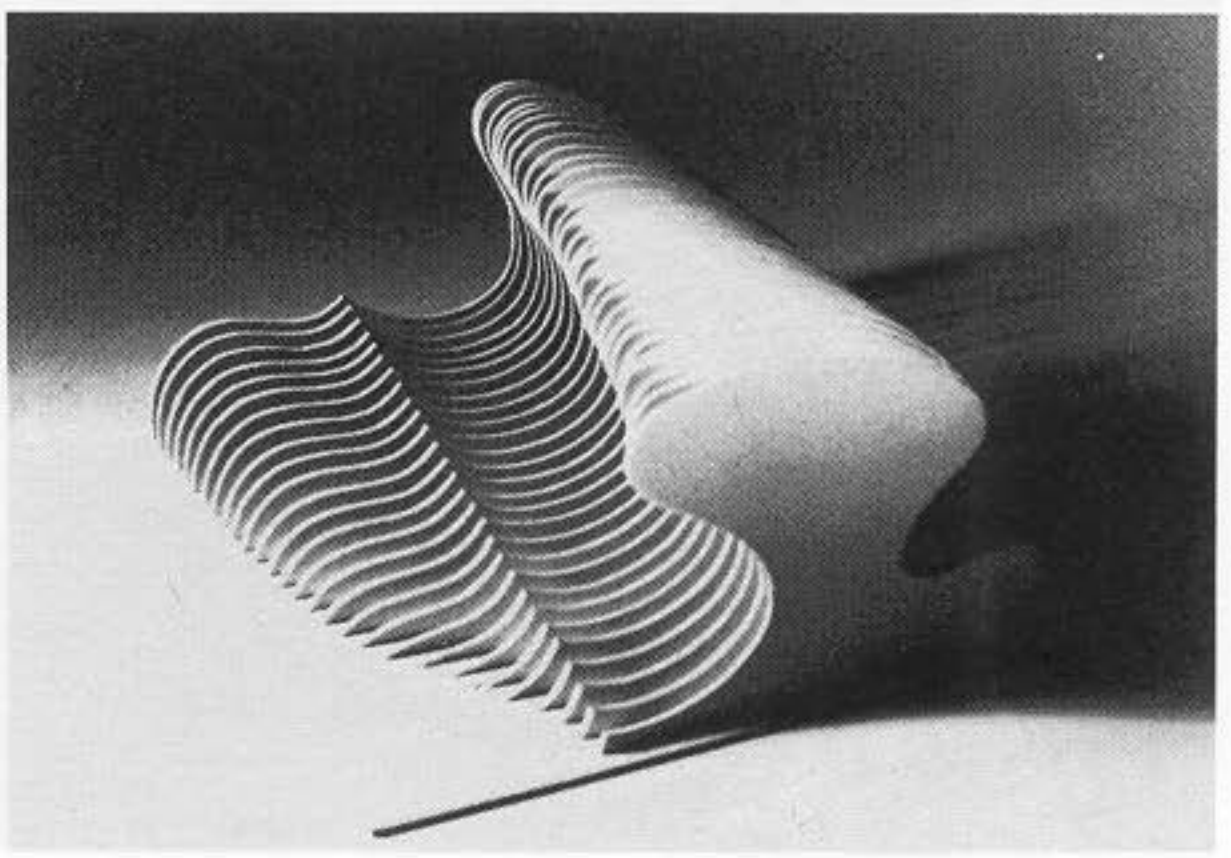
57

Figura 58. En esta estructura se han utilizado planos circulares de exactamente igual tamaño y figura. El efecto de hundimiento de los planos del fondo se debe a la variación de posición. Las dos vueltas que componen la figura global, similar al número 8, derivan de una variación de dirección.



58

Figura 59. El uso de una gradación de figura es aquí bastante obvio y da una sensación de planos que surgen desde la base o que se hunden en ella.



59

60

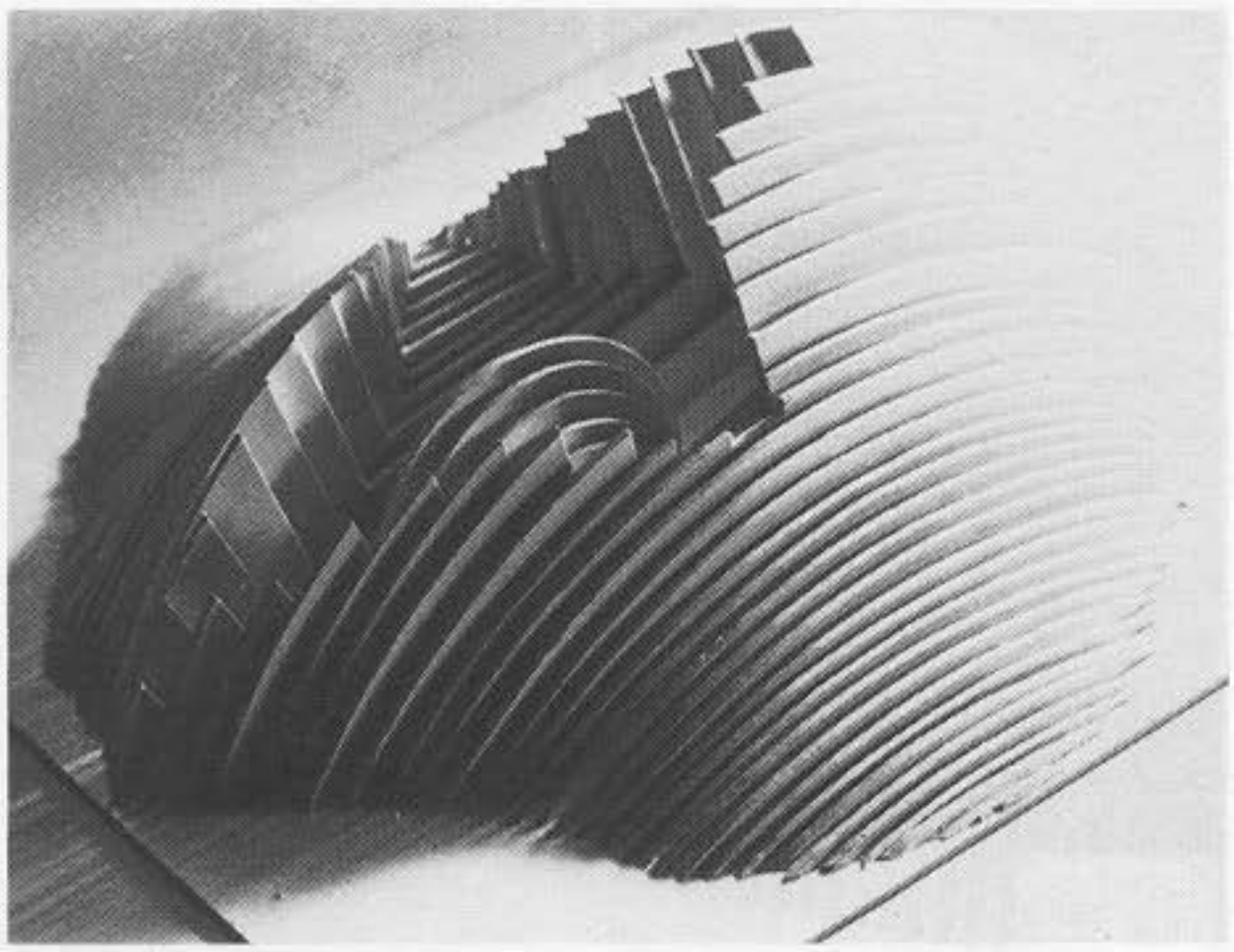


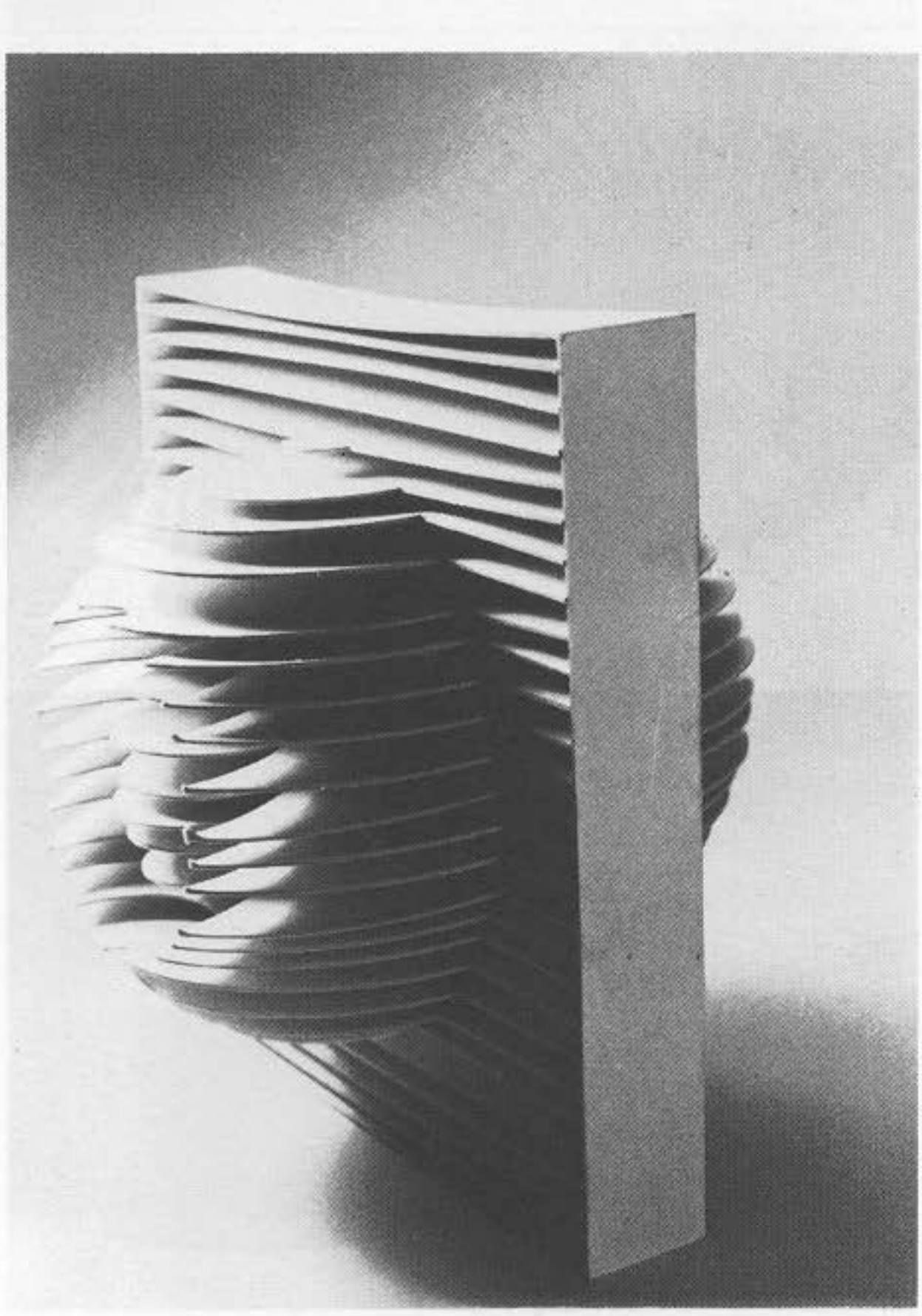
Figura 60. La gradación de forma es utilizada aquí en forma bastante complicada. La forma surge nítidamente desde la base, pero se divide en el centro, revelando otra forma dentro de la profunda concavidad.

Figura 61. Ésta es una forma vertical erecta, con una semiesfera que se proyecta al frente y otra al fondo. Ambas semiesferas tienen una porción cóncava, dentro de la cual se aloja una semiesfera más pequeña. El efecto es similar al de la figura 60.

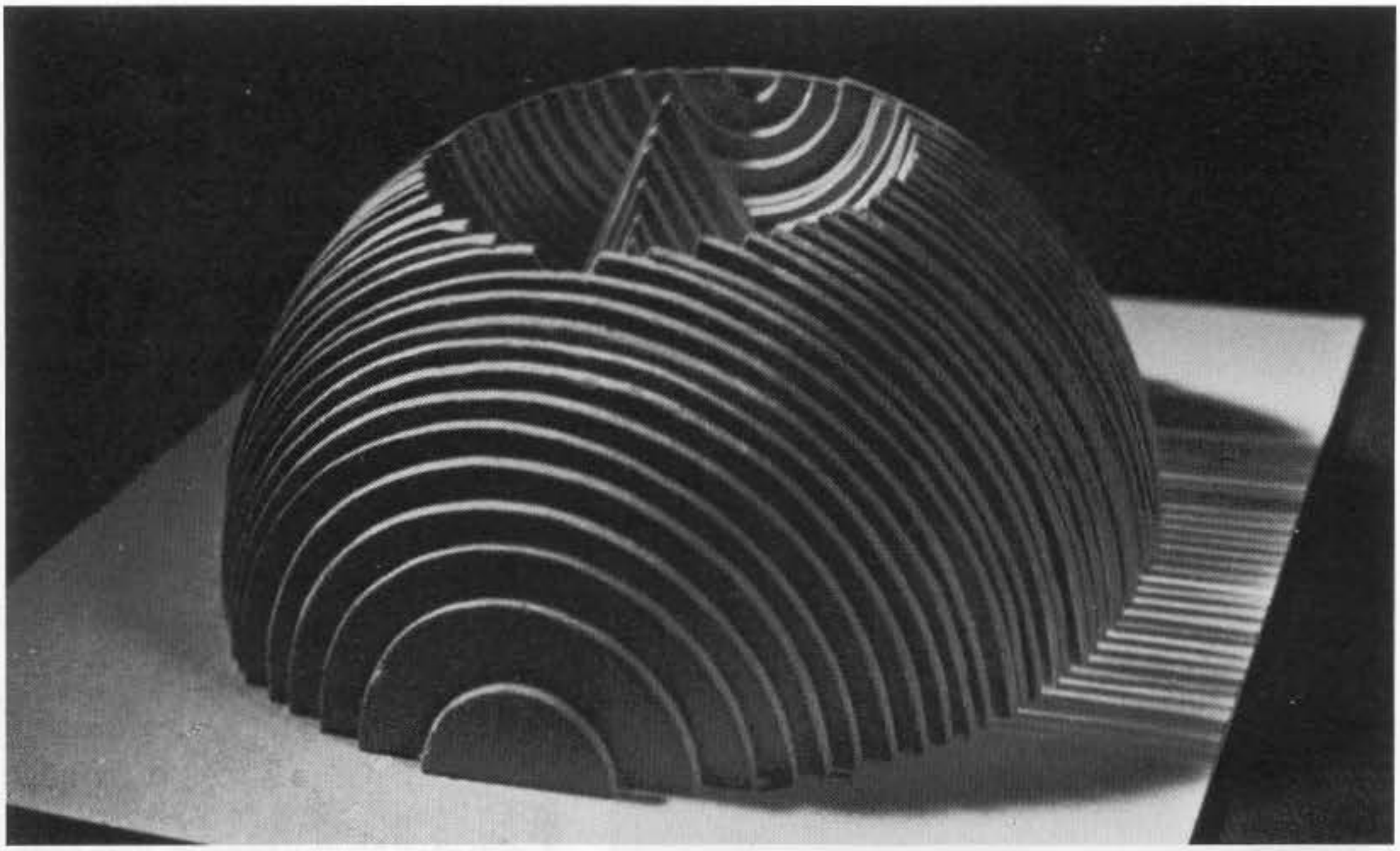
Figura 62. El juego de concavidad y convexidad es aquí igual al de la figura 60.

Figura 63. Aquí la figura semiesférica ha sido dividida en dos partes y la figura de cada parte ha sido luego modificada. Una prominente figura negativa se convierte ahora en el punto focal del diseño.

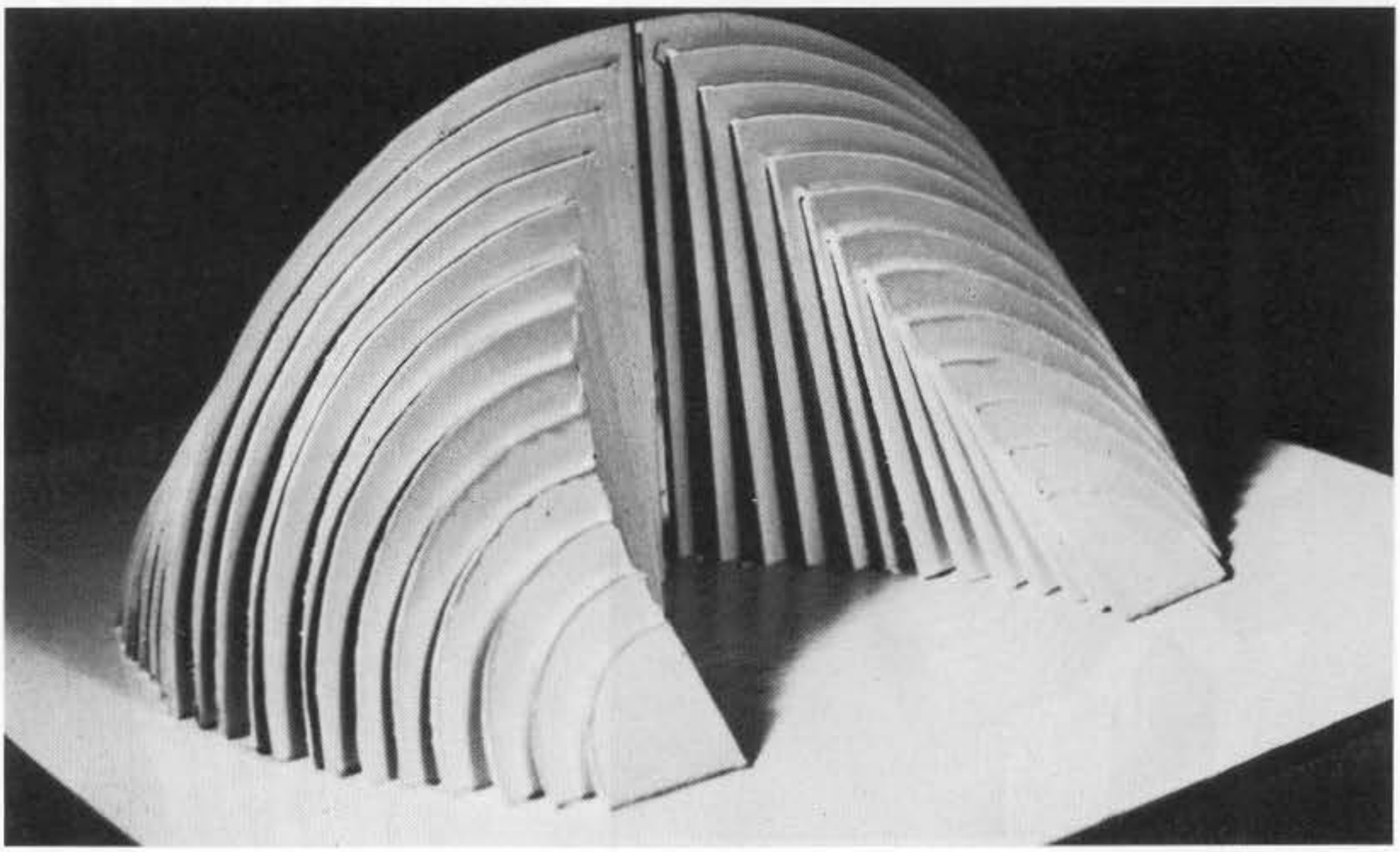
61



62



63



64

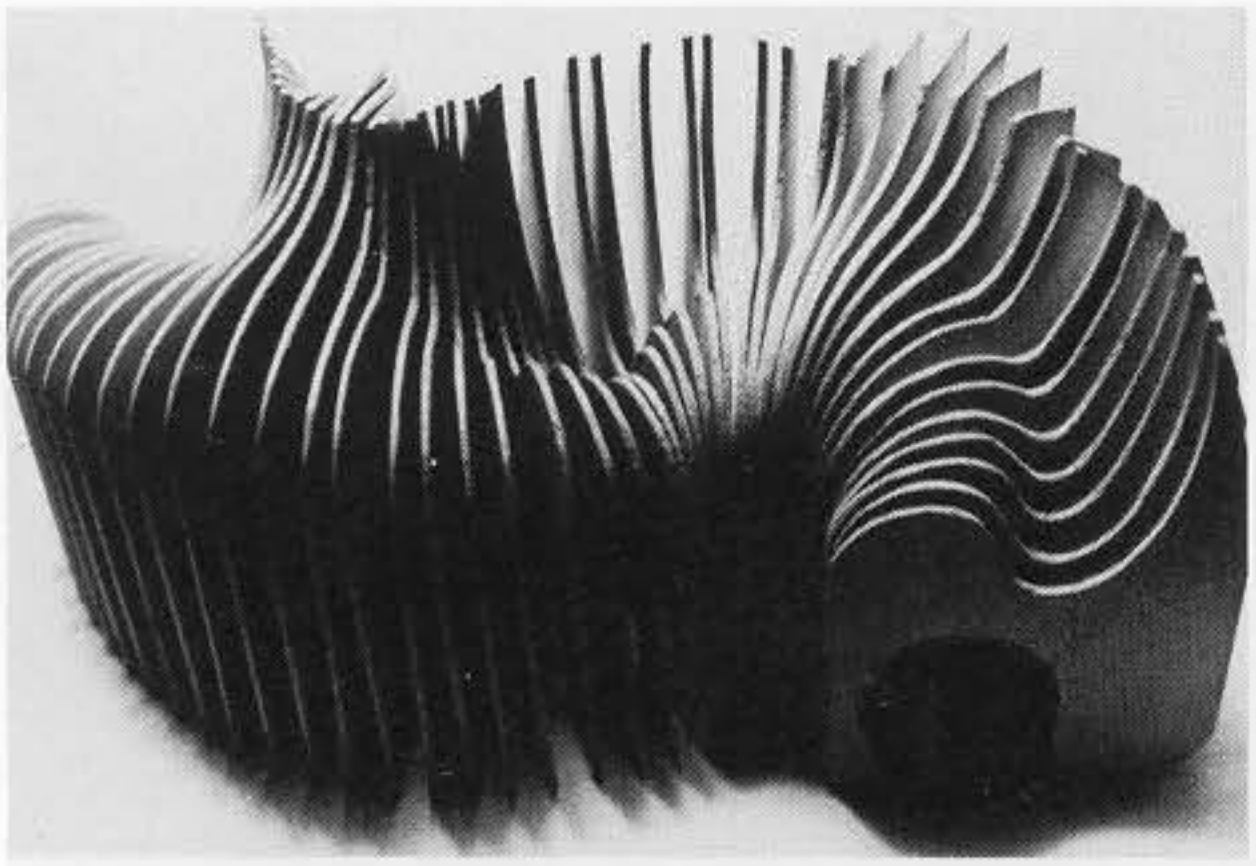


Figura 64. En esta forma, la gradación de figura es utilizada en combinación con la variación de dirección. Nótese la introducción de una figura negativa que corre como un túnel por la parte inferior del diseño.

65

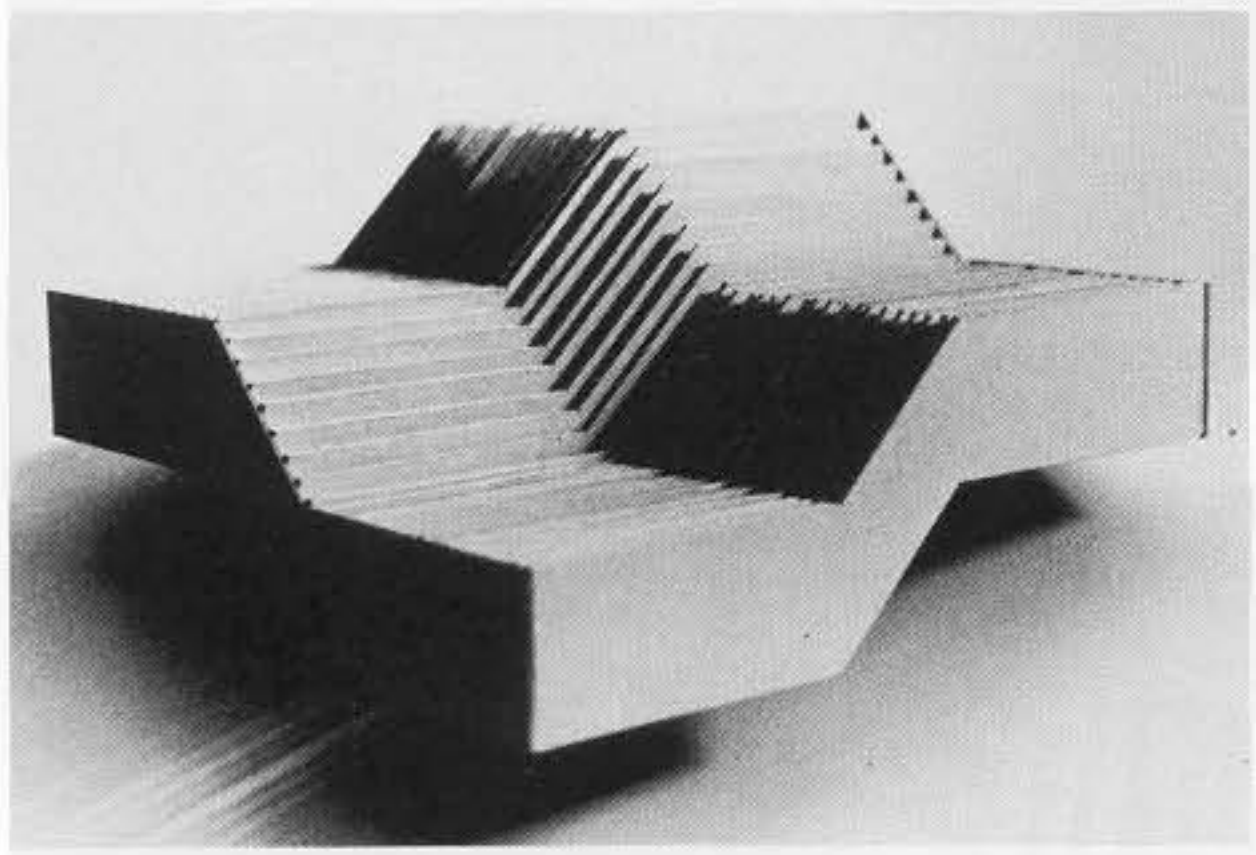


Figura 65. Todos los planos de esta estructura son repetitivos en figura y en tamaño, pero quedan dispuestos en una ligera manera de zigzag por medio de la variación de posición. La disposición en zigzag es un eco a las figuras de los planos mismos. El resultado es una interesante figura con caras facetadas e idéntica apariencia desde delante, detrás, izquierda y derecha.

66

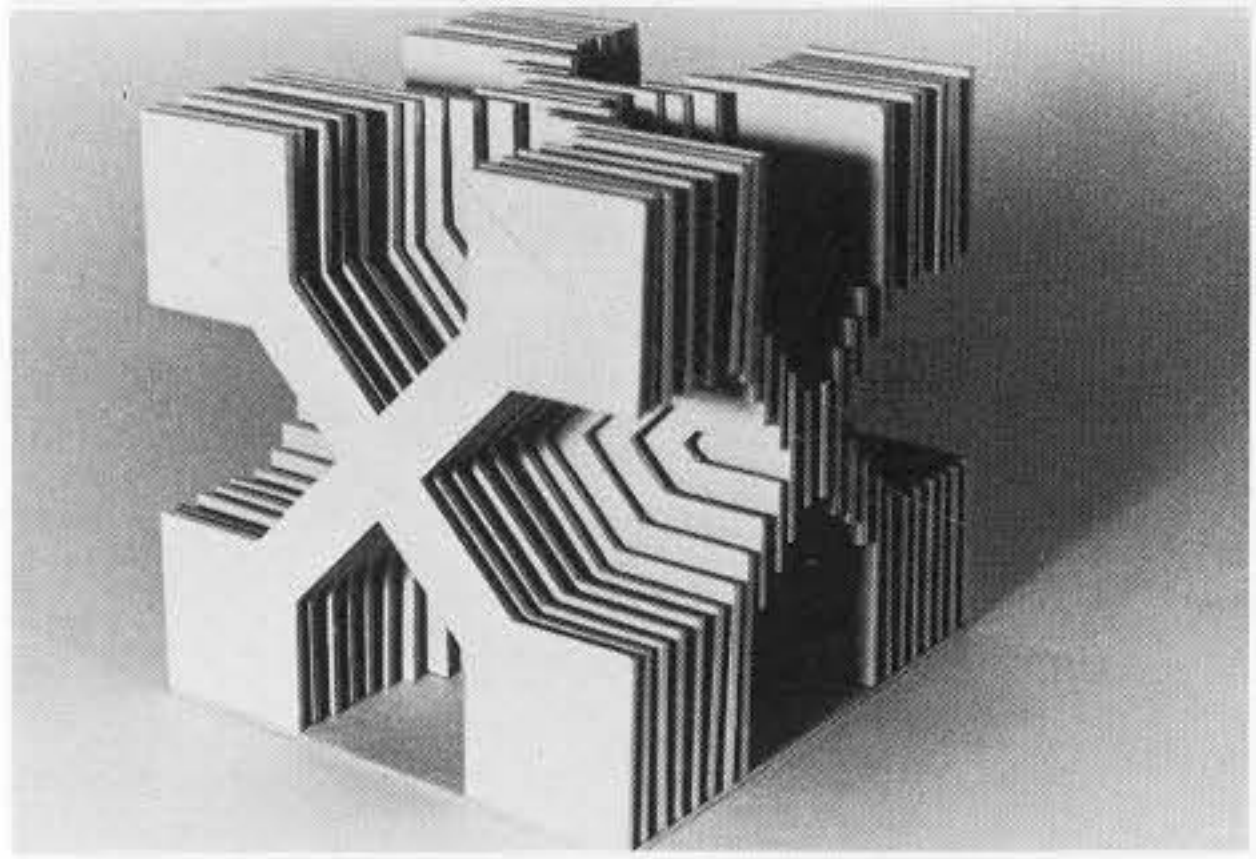


Figura 66. Ésta no sólo tiene apariencia idéntica desde los cuatro costados, sino también desde arriba y desde abajo. En los seis casos se muestra la letra X, con igual figura y tamaño. Para construir esto, se introducen figuras negativas en planos cuadrados consecutivos, que son repetitivos en tamaño. Algunos son repetitivos en figura y algunos están graduados en figura.

3. Estructuras de pared

Cubo, columna y pared

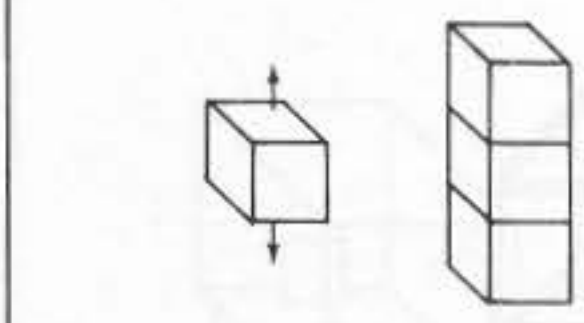
Comenzando con un cubo, podemos colocar un segundo cubo por encima y un tercero por debajo (fig. 67).

Ahora tenemos una columna de tres cubos, que puede ser ampliada en cualquier dirección para incluir la cantidad deseada de cubos (fig. 68).

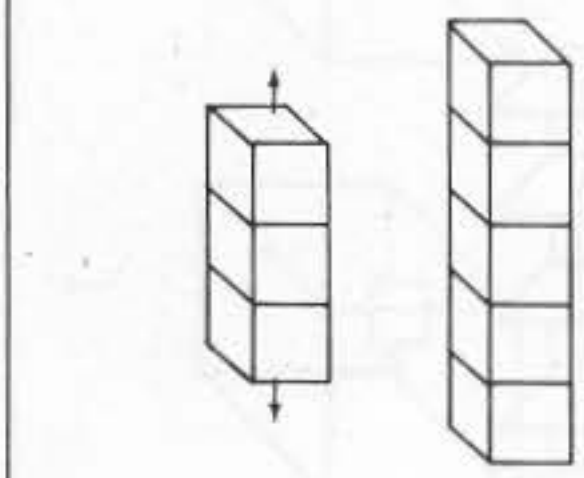
La columna puede ser repetida asimismo a la izquierda y a la derecha. Cuando se levantan una cantidad de columnas, una junto a la otra, tenemos una pared. La estructura de pared es básicamente bi-dimensional. El cubo ha sido repetido en dos direcciones, primero en la dirección vertical y luego en la horizontal.

Cada cubo es una célula espacial en la estructura de pared. Estas células espaciales son dispuestas de manera bi-dimensional, sobre un plano frontal (fig. 69).

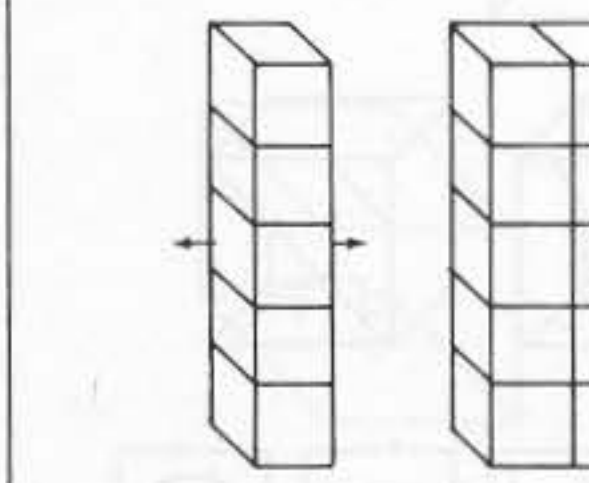
Todas las estructuras bi-dimensionales formales pueden convertirse en estructuras de pared con el agregado de cierta profundidad, y sus subdivisiones estructurales pueden convertirse en células espaciales (fig. 70).



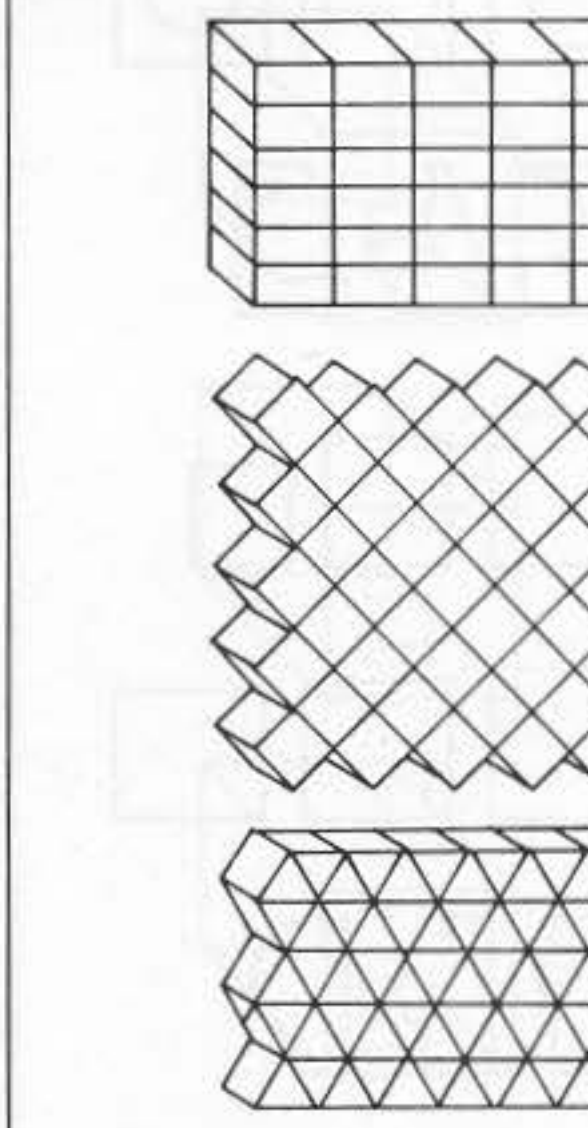
67



68

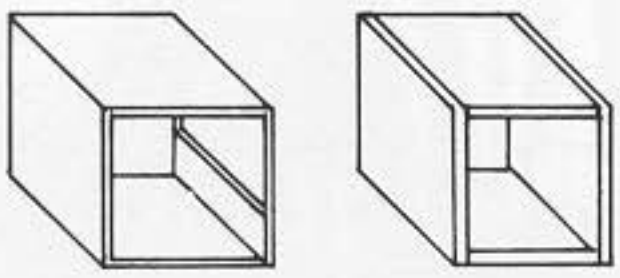


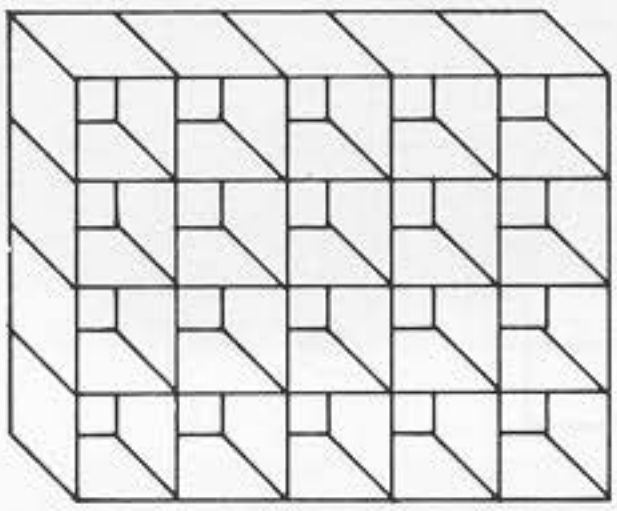
69



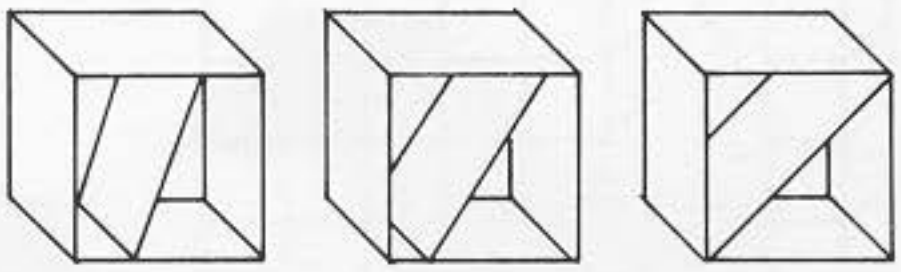
70

71

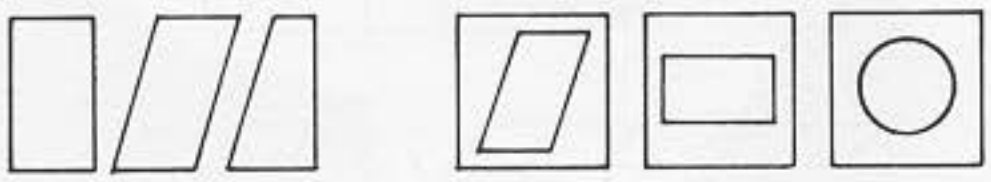




72

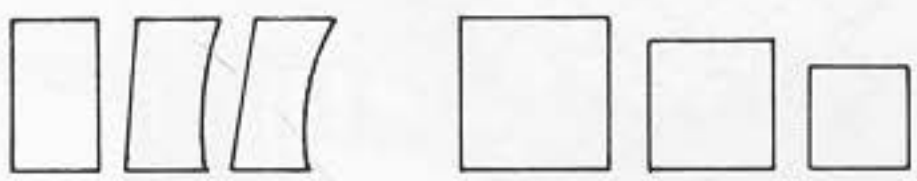


73

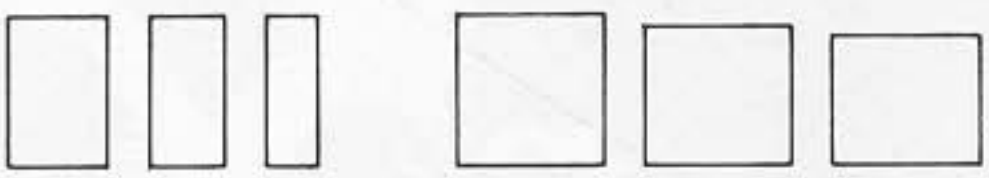


74

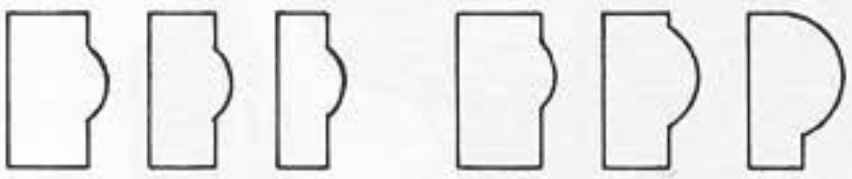
75
76



77
78



79
80



Células espaciales y módulos

Para explorar las diversas posibilidades de hacer estructuras de pared, podemos primeramente doblar una tira de cartón fino, o pegar entre sí cuatro trozos de cartón fino, o pegar entre sí cuatro trozos de cartón grueso, a fin de formar un cubo que carece de los planos delantero y trasero (fig. 71).

Ésta es nuestra célula espacial más simple. Podemos ver a través de ella y colocar dentro un módulo. El módulo puede ser tan simple como un plano liso, utilizado repetitivamente o con ligeras variaciones (fig. 72).

Como figura plana, el módulo puede ser positivo o negativo (fig. 73).

Puede ser una combinación de dos figuras positivas o de una positiva y una negativa (fig. 74).

Los módulos pueden ser utilizados en gradación de figura si así se desea (fig. 75).

La gradación de tamaño puede ser obtenida:

a) Aumentando o reduciendo proporcionalmente (fig. 76).

b) Cambiando solamente el ancho (fig. 77).

c) Cambiando solamente la altura (fig. 78).

Si el módulo es una combinación de dos figuras menores, el tamaño de una puede ser mantenido constante, mientras varía el de la otra (fig. 79). O ambas figuras pueden variar de maneras diferentes (fig. 80).

Variaciones posicionales de los módulos

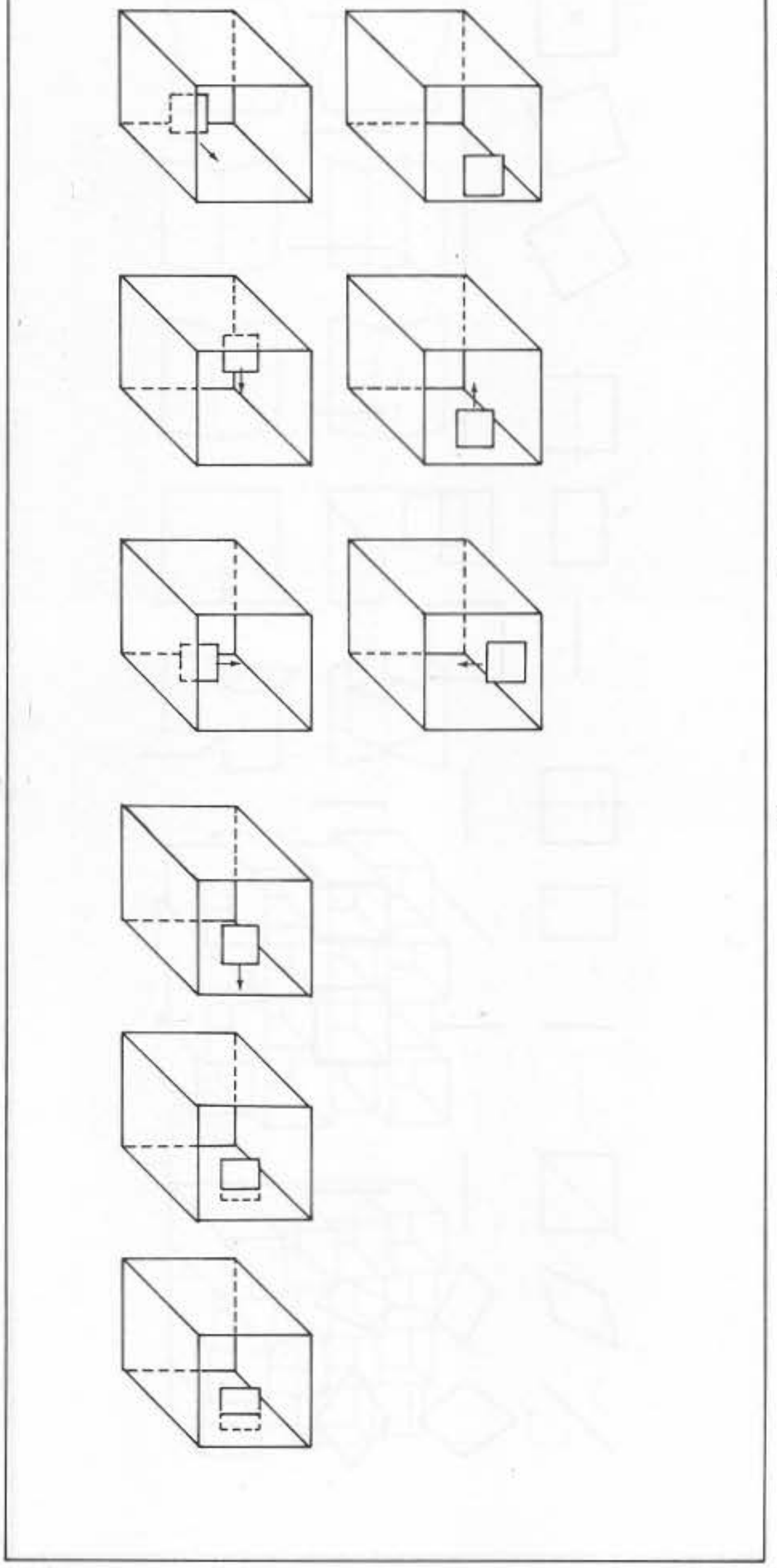
Las variaciones en la posición de los módulos pueden ser obtenidas:

a) Moviendo la figura hacia adelante o hacia atrás (fig. 81).

b) Moviendo la figura hacia arriba o hacia abajo (fig. 82).

c) Moviendo la figura hacia la izquierda o la derecha (fig. 83).

d) Reduciendo la altura o el ancho de la figura, para sugerir la sensación de que se hunde en alguno de los planos adyacentes (fig. 84).



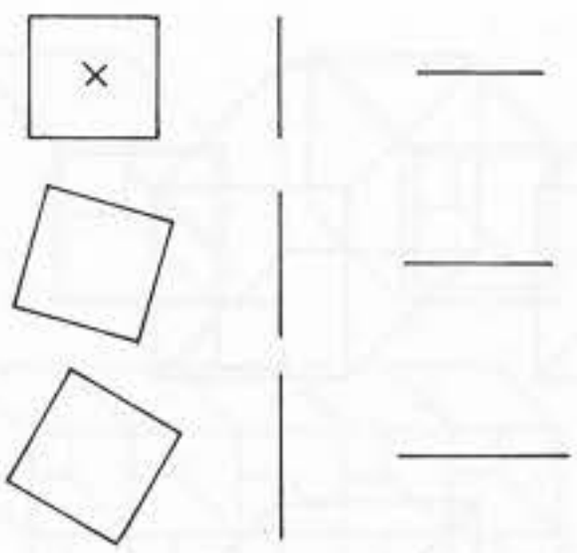
81

82

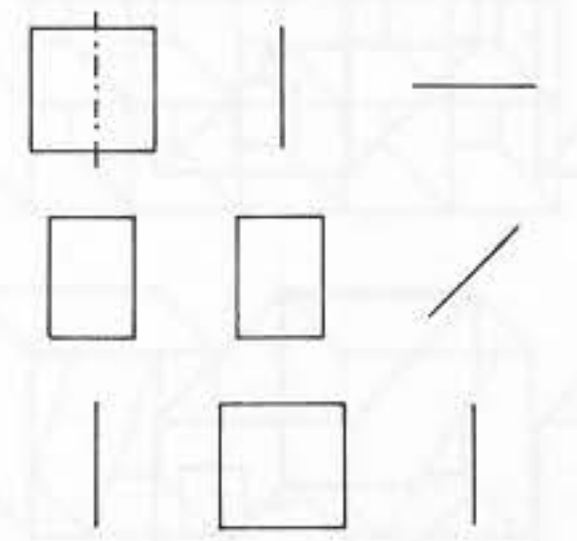
83

84

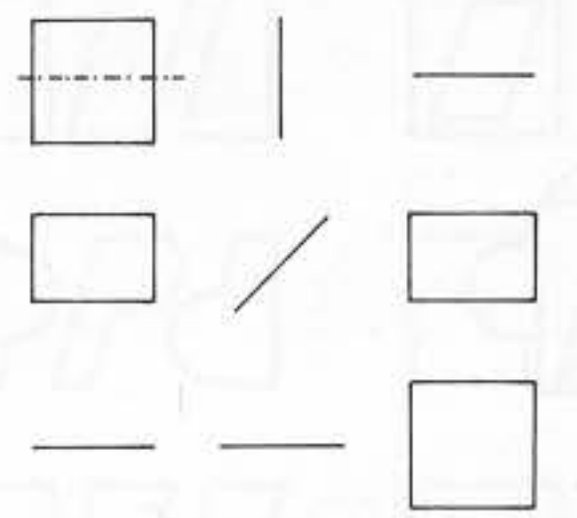
85



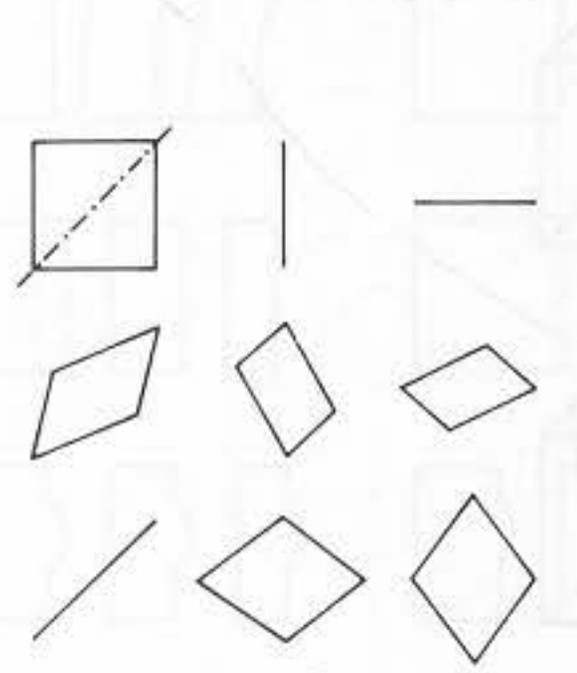
86



87



88



Variaciones de dirección de los módulos

Dentro de cada célula espacial, el módulo puede ser rotado en cualquier dirección deseada. En cada paso de la rotación, será visto desde el frente en forma distinta.

Observemos los efectos al rotar una figura cuadrada. En las figuras 85 a 88, la primera columna vertical representa la visión frontal, la segunda la visión lateral y la tercera la visión plana.

La rotación sobre el plano de la misma figura no cambia a ésta desde la visión frontal. La visión plana de la figura es también siempre una línea (fig. 85).

La rotación sobre un eje vertical comienza con la figura como cuadrada desde la visión frontal y la convierte en un rectángulo cada vez más estrecho hasta que disminuye finalmente hasta ser una línea. Desde la visión lateral es primero una línea que gradualmente se convierte en un cuadrado. En la visión plana, la figura continúa siendo una línea de longitud constante que varía de dirección (fig. 86).

La rotación sobre un eje horizontal es muy similar a la rotación sobre un eje vertical. La figura sigue siendo una línea de longitud constante, no en la visión plana sino en la visión lateral (fig. 87).

La rotación sobre un eje diagonal conduce a resultados más complicados. En la visión frontal, el cuadrado se transforma en una línea diagonal tras una serie de paralelogramos graduados. Desde la visión lateral y la plana se ven diferentes figuras de paralelogramos (fig. 88).

Módulos como planos distorsionados

Si es deseable obtener mayores efectos tri-dimensionales, los módulos pueden apartarse de las características de un plano liso. Dos o más planos lisos pueden utilizarse para la construcción de un módulo, o un solo plano liso puede ser tratado de las maneras siguientes para convertirse en un módulo:

a) Curvándolo (fig. 88).

b) Doblándolo por una o más líneas rectas (fig. 90).

c) Doblándolo por una o más líneas curvas (fig. 91).

d) Cortándolo y curvándolo (fig. 92).

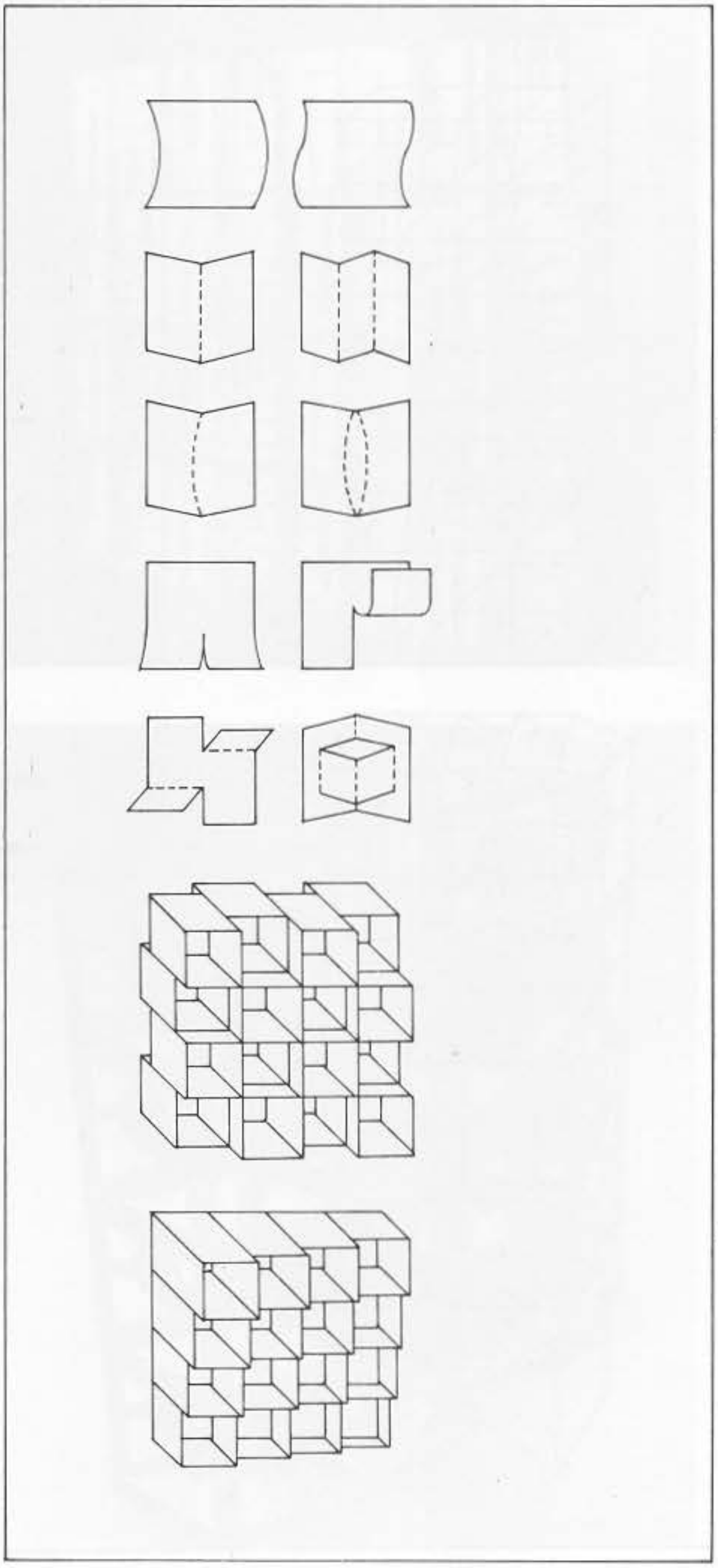
e) Cortándolo y doblándolo (fig. 93).

Estructuras de pared que no permanecen planas

Cuando una célula espacial es colocada sobre otra, la frontalidad plana de la estructura de pared puede hacerse ligeramente más tri-dimensional con una variación de posición (fig. 94).

Puede obtenerse un efecto similar al variar las profundidades de las células espaciales (fig. 95).

La variación de dirección en la disposición de las células espaciales es posible, pero debe ser hecha con cuidado, ya qué el exceso de rotación puede hacer demasiado prominentes los planos laterales de las células espaciales.



89

90

91

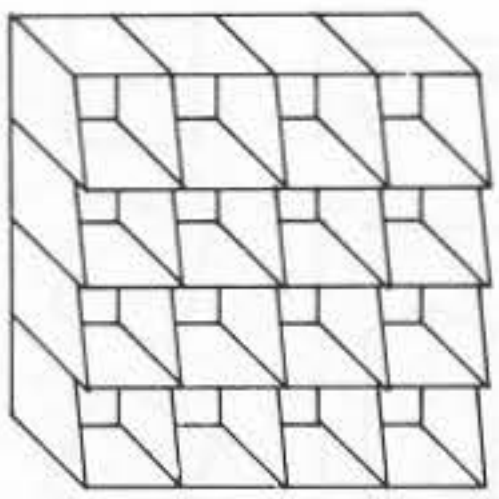
92

93

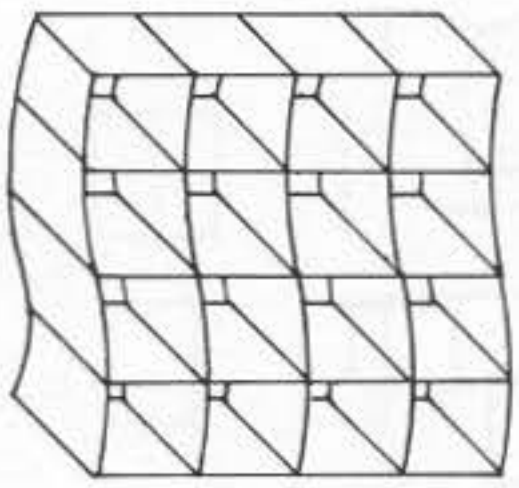
94

95

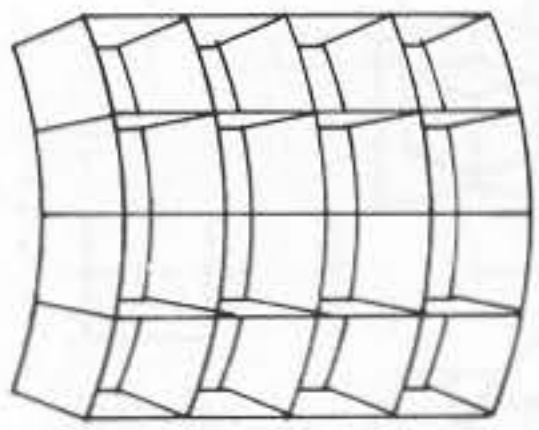
96



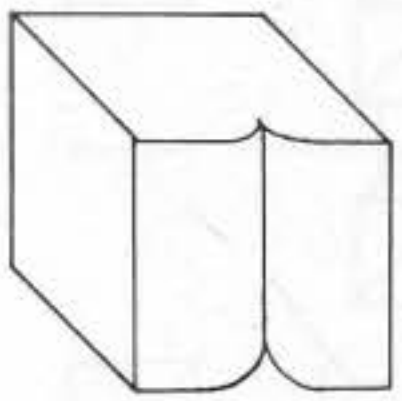
97



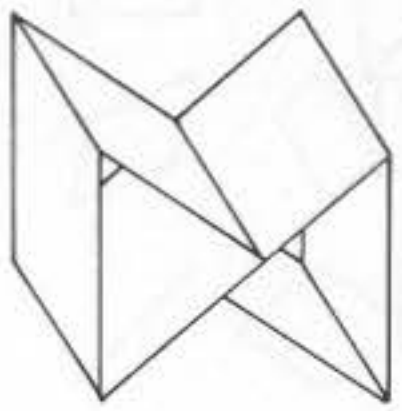
98



99



100



Modificaciones de las células espaciales

Una mayor cualidad tri-dimensional puede obtenerse con la modificación de las células espaciales.

Pueden recortarse los planos de las células espaciales, para que algunos de los filos frontales no sean perpendiculares a los planos laterales o de la base (fig. 96).

Los filos rectos de las células espaciales pueden ser cambiados por filos curvilíneos (fig. 97).

Los planos exteriores de las células espaciales pueden ser construidos para que no estén en ángulos rectos entre sí (fig. 98).

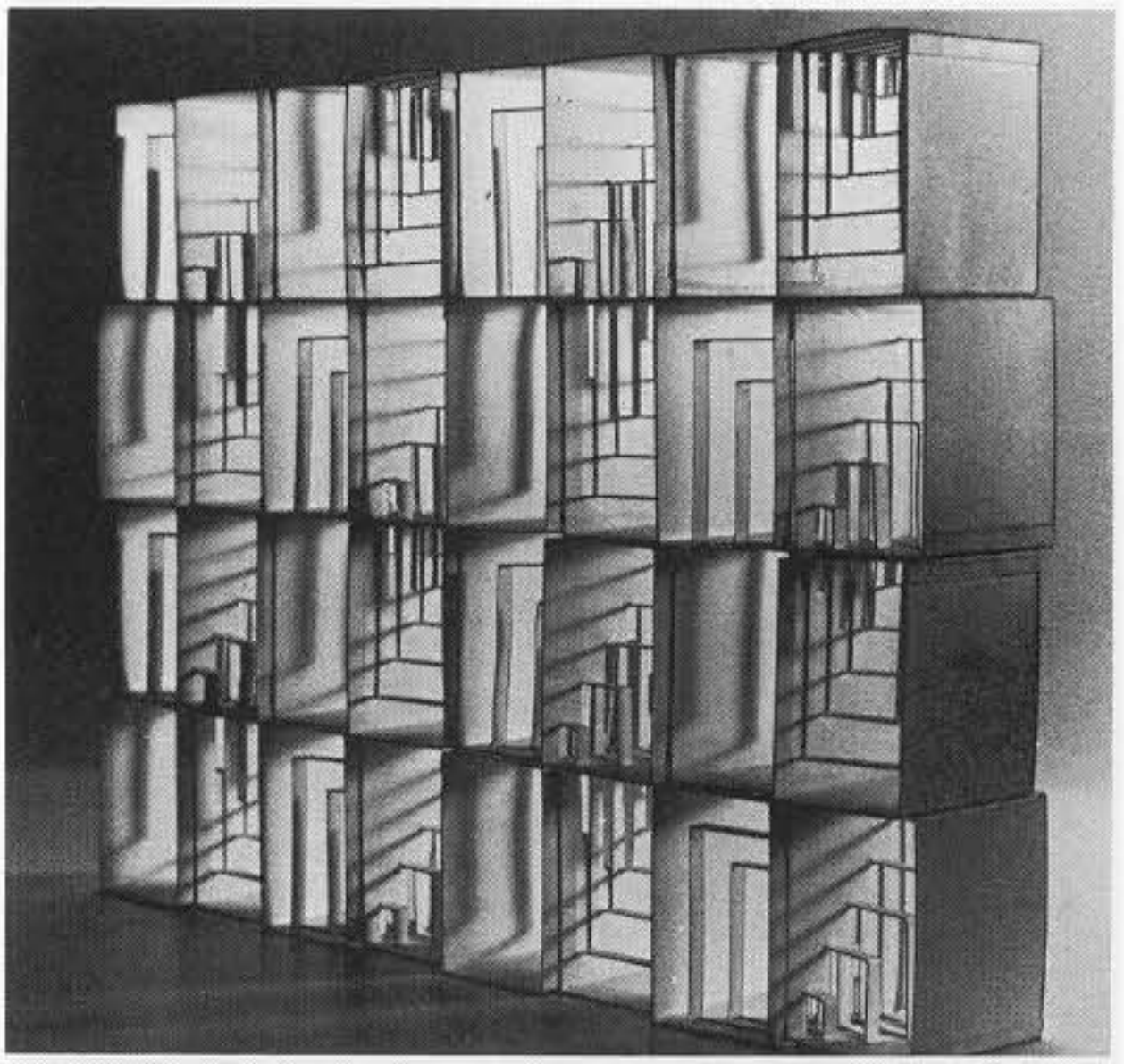
Las células espaciales pueden ser diseñadas de tal manera que sean parte de la estructura del módulo (fig. 99).

Las células espaciales pueden convertirse en módulos, o podemos tener módulos que sirven para erigir una estructura de pared sin el uso de células espaciales (fig. 100).

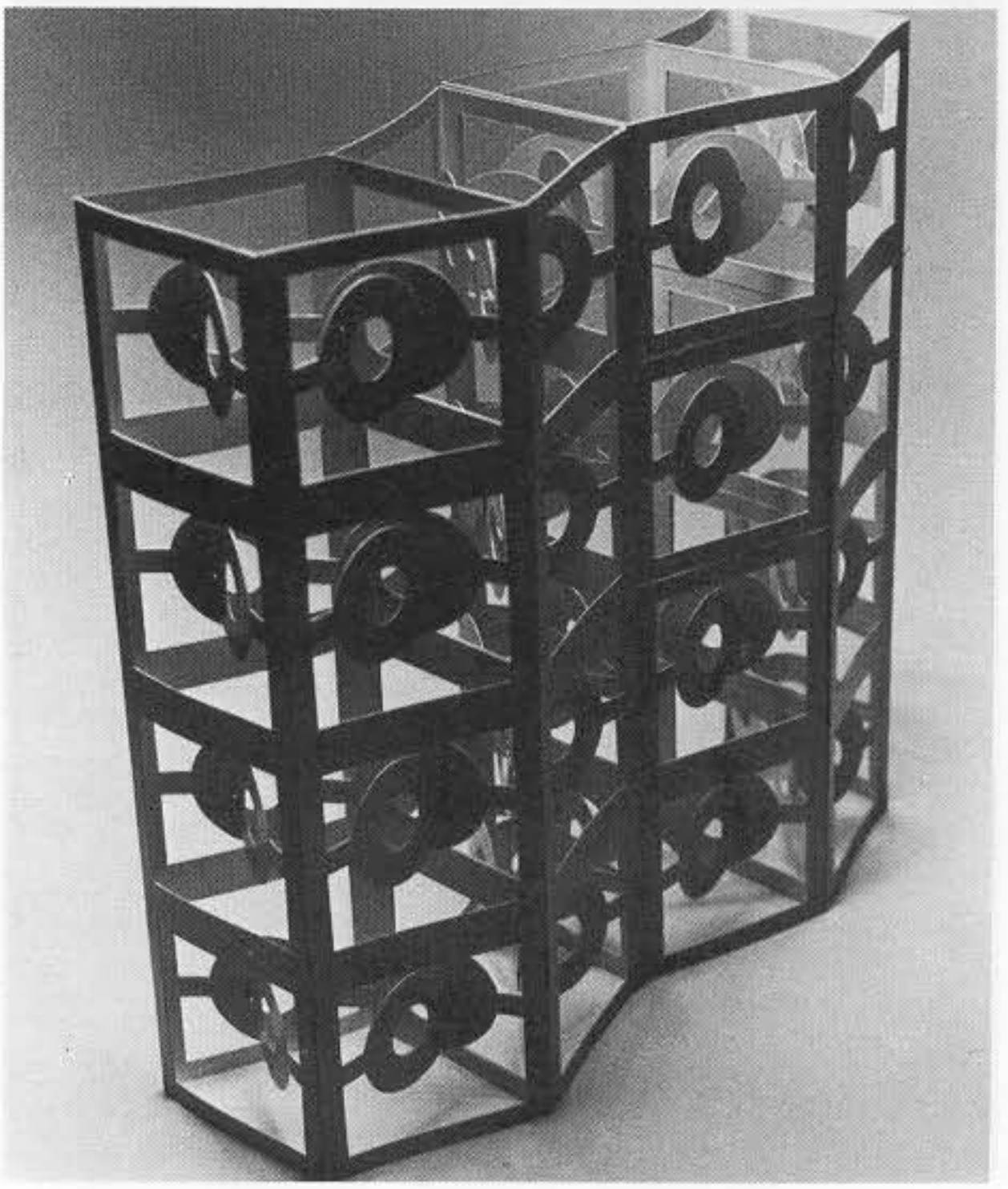
Las figuras 101 a 113 son ejemplos de proyectos de estudiantes, resolviendo un problema de diseño para crear estructuras de pared.

Figura 101. Las células espaciales están dispuestas aquí con una ligera variación de posición. Los módulos lineales son, en realidad, parte de los planos continentes de las células espaciales, y han sido tratados de una manera similar a la de la figura 93.

Figura 102. Los módulos son figuras recortadas de los planos laterales de las células espaciales. Están trabados de una manera interesante. Las células espaciales están hechas de cubos de cartón, omitiendo los planos superior e inferior, y por tanto se convierten en paralelogramos en la visión plana cuando los filos laterales son arrastrados por los módulos entrelazados.



101



102

103

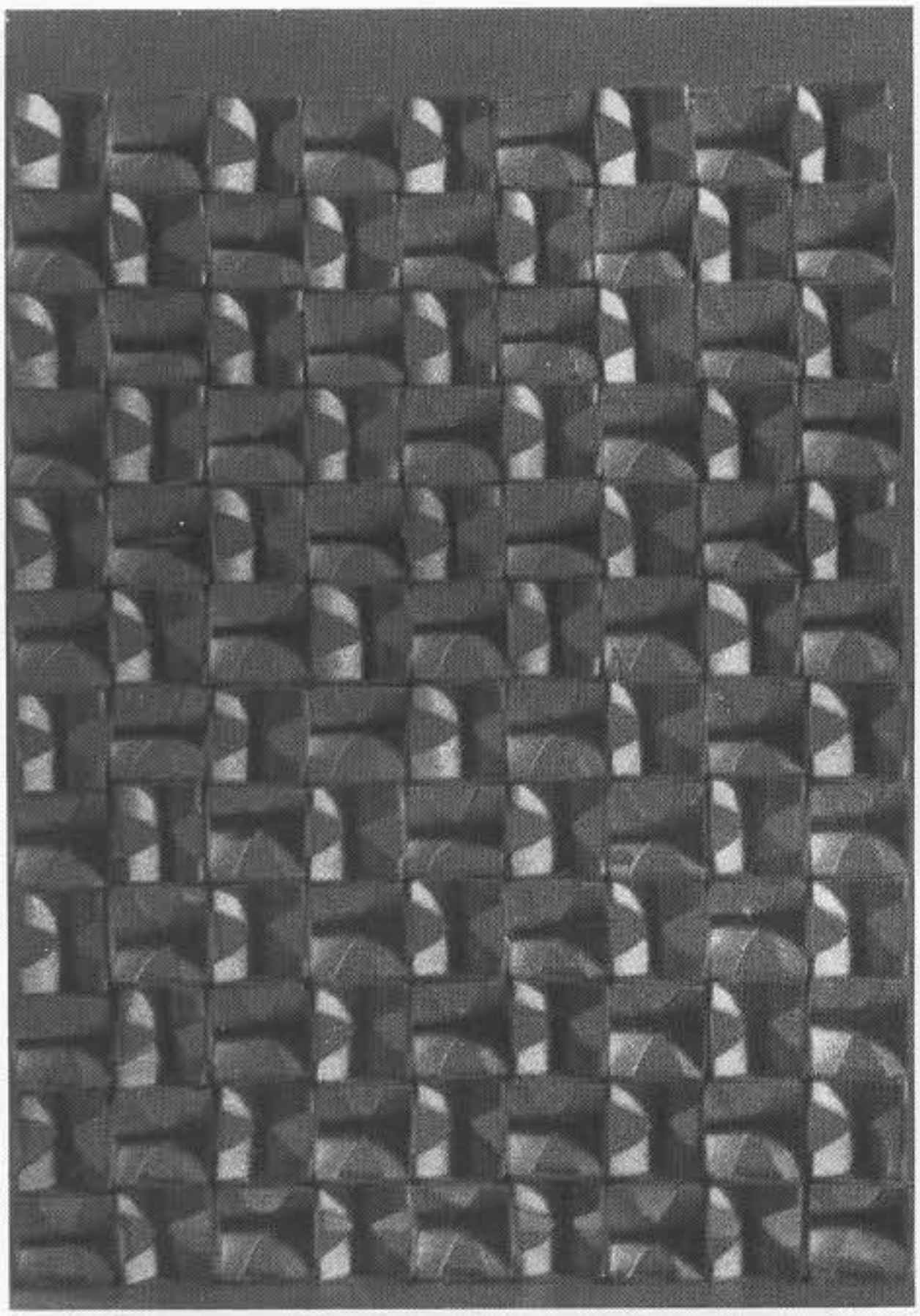


Figura 103. Las células espaciales han sido aquí especialmente construidas, de manera similar a la de la figura 98. Se han hecho figuras triangulares negativas sobre los planos retorcidos. El resultado da una sensación táctil de textura después de que las células espaciales han sido repetidas muchas veces.

Figura 104. Las células espaciales, que se interpenetran entre sí, han sido dispuestas con cierta variación de posición. Las zonas interpenetradas han sido deformadas mediante corte y quebrantamiento, pero no se han introducido módulos separados en las células espaciales.

104

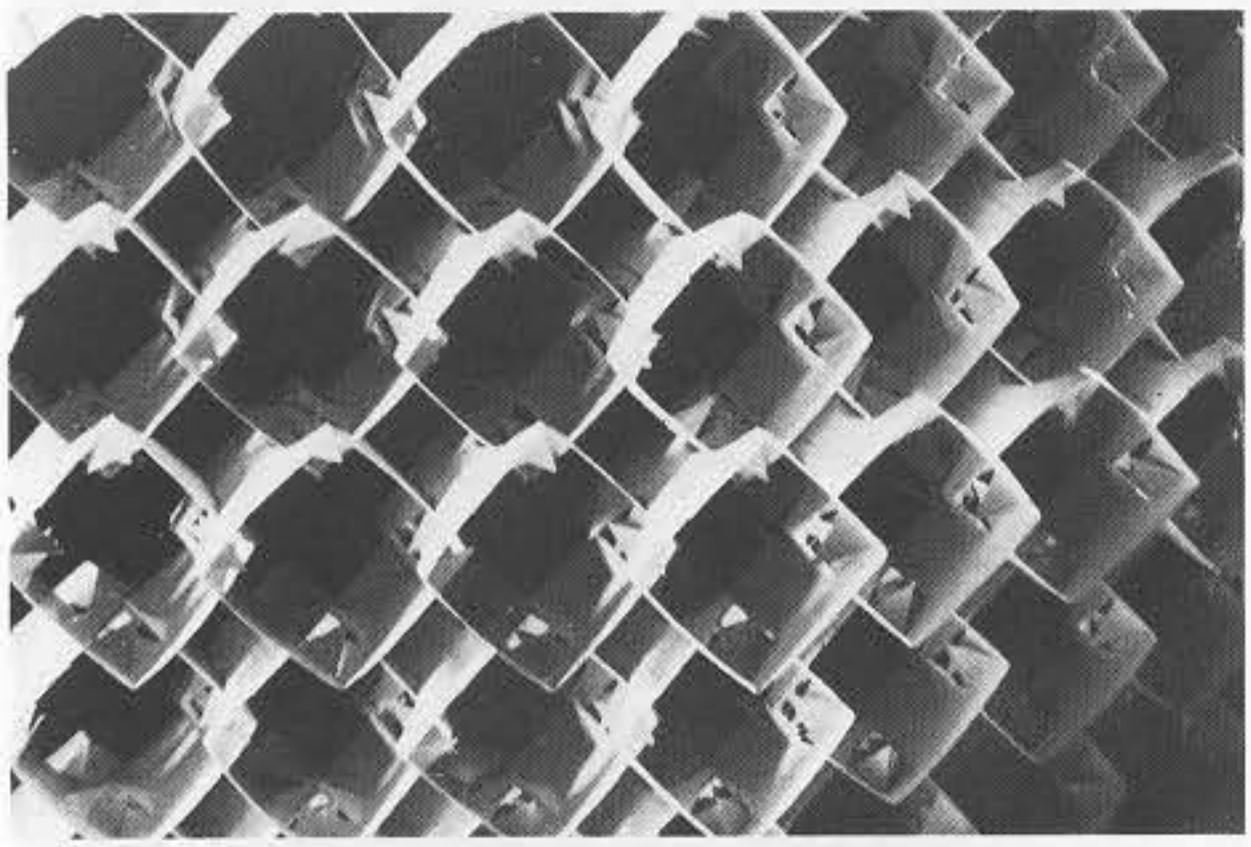
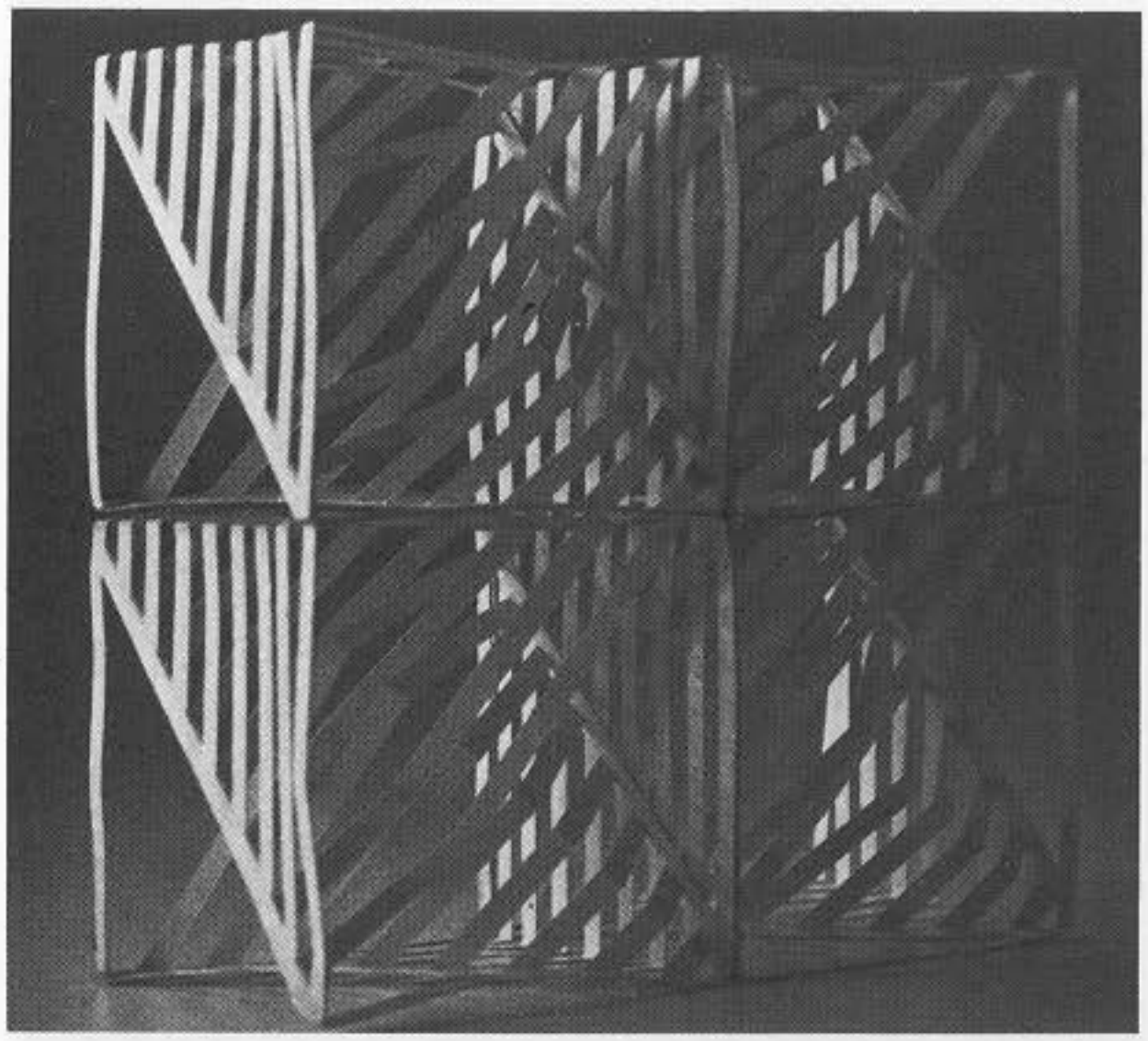
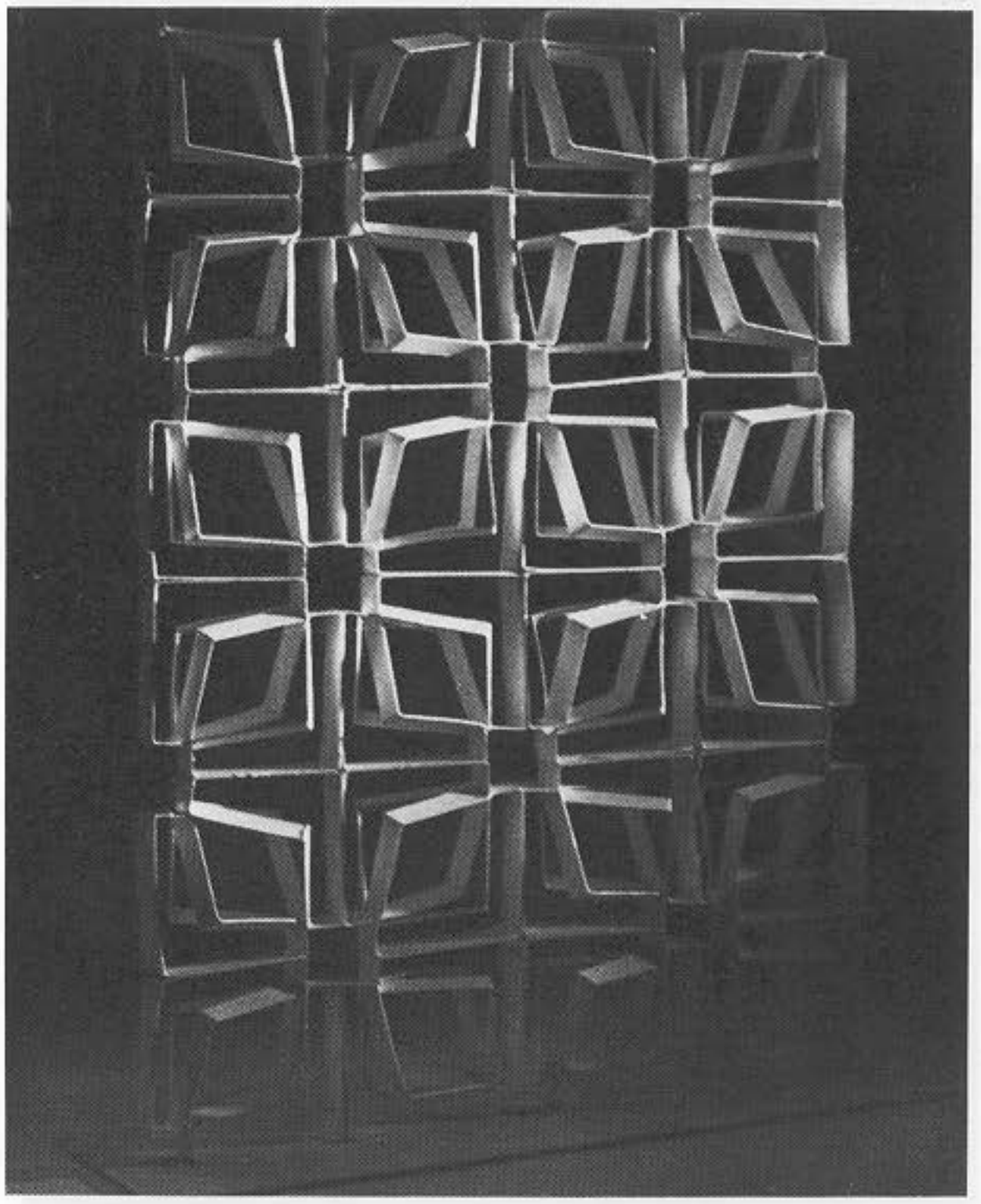


Figura 105. Similar a la figura 101. Los módulos son aquí tiras cortadas y plegadas hacia adentro desde los planos laterales de las células quitadas. Todo el diseño tiene un efecto transparente, con delicados elementos lineales.



105

Figura 106. Las células espaciales han sido tan transformadas que se convierten en módulos de carácter muy lineal. La profundidad del diseño es escasa, pero contiene una gran cantidad de planos inclinados en varias direcciones.



106

107

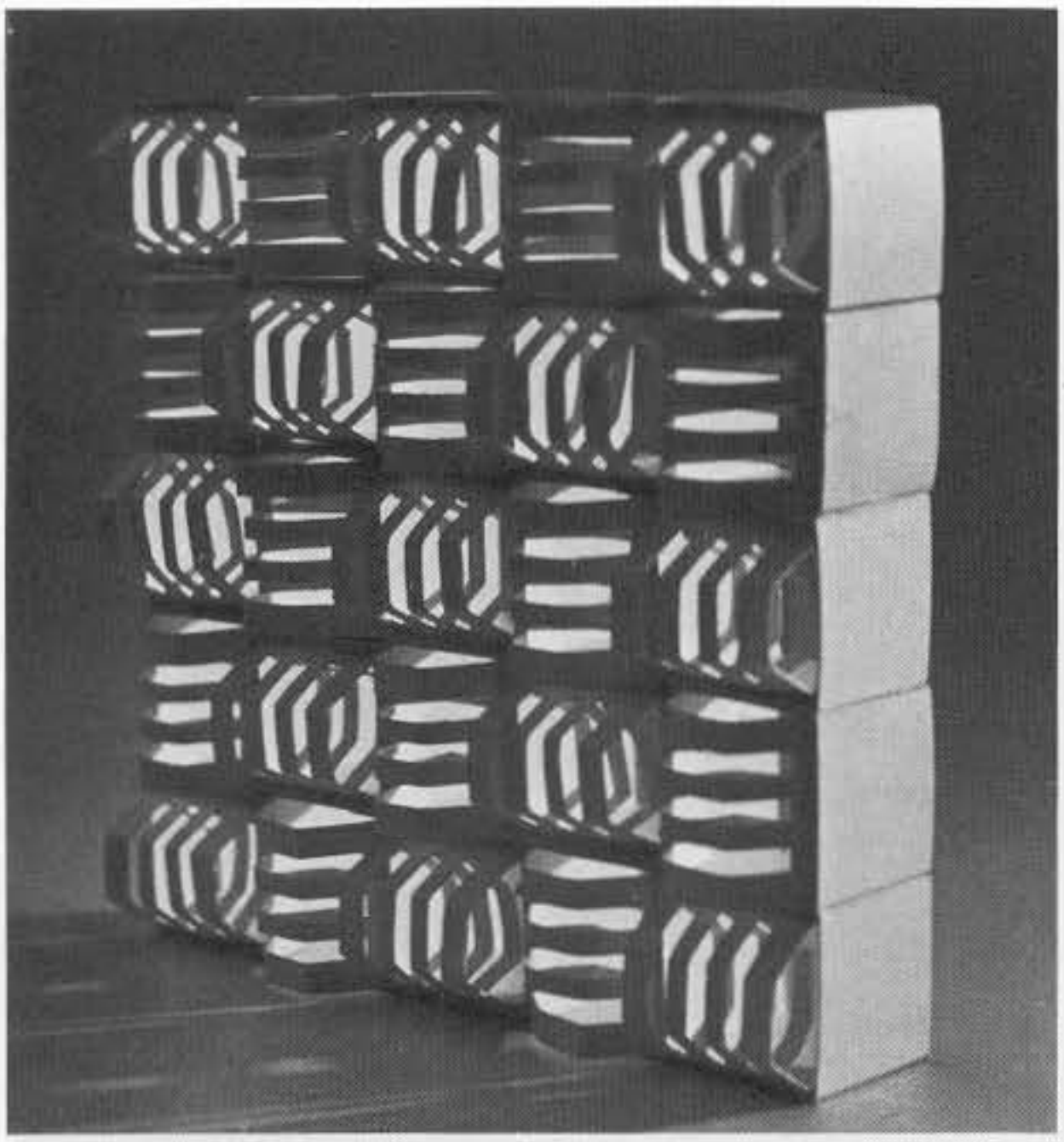


Figura 107. Los módulos son colocados en cada célula espacial con una ligera proyección desde el plano frontal de la estructura de pared.

Figura 108. La célula espacial y el módulo son una misma cosa en este diseño. En la construcción se han usado planos triangulares en lugar de planos cuadrados.

108

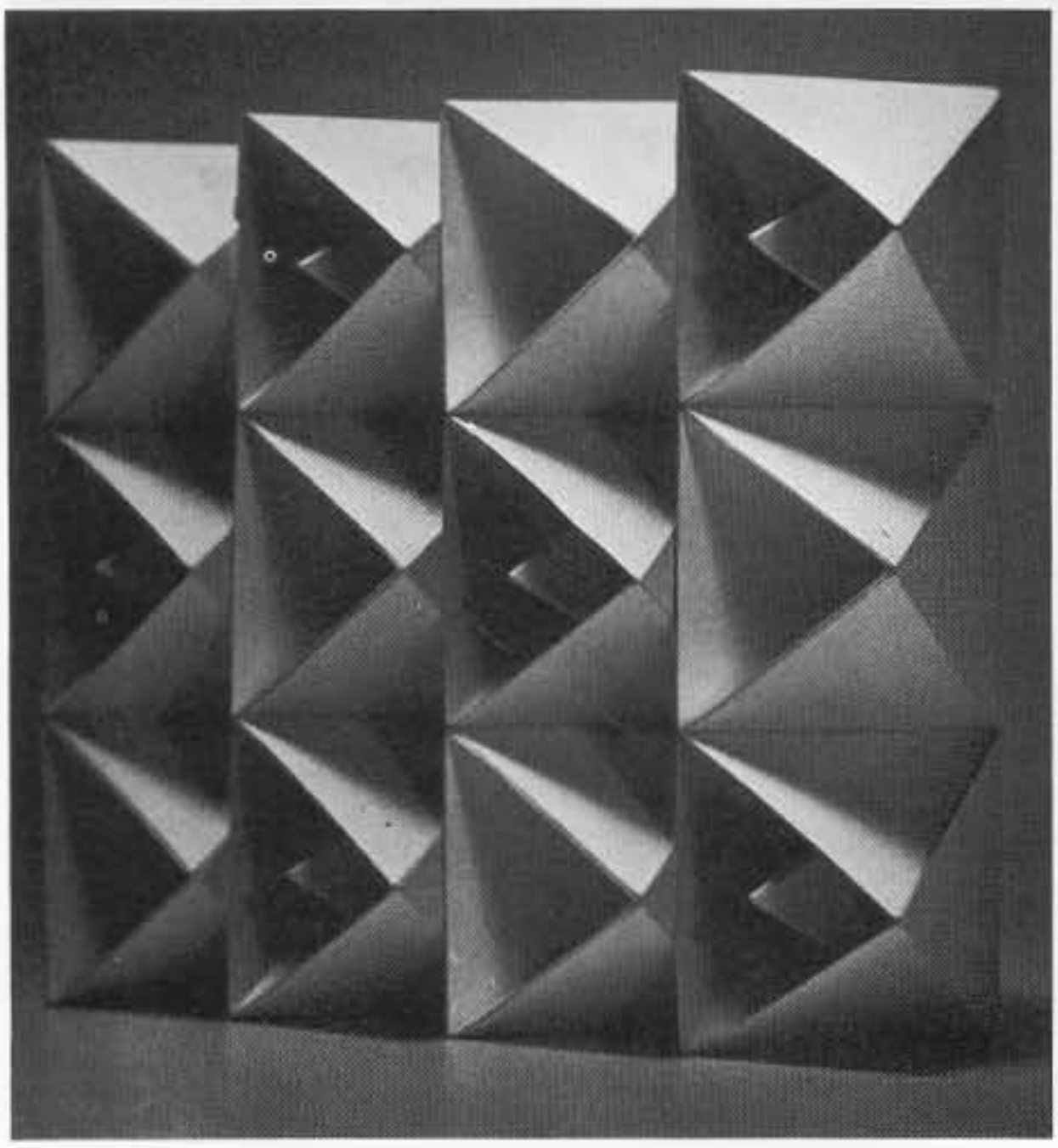
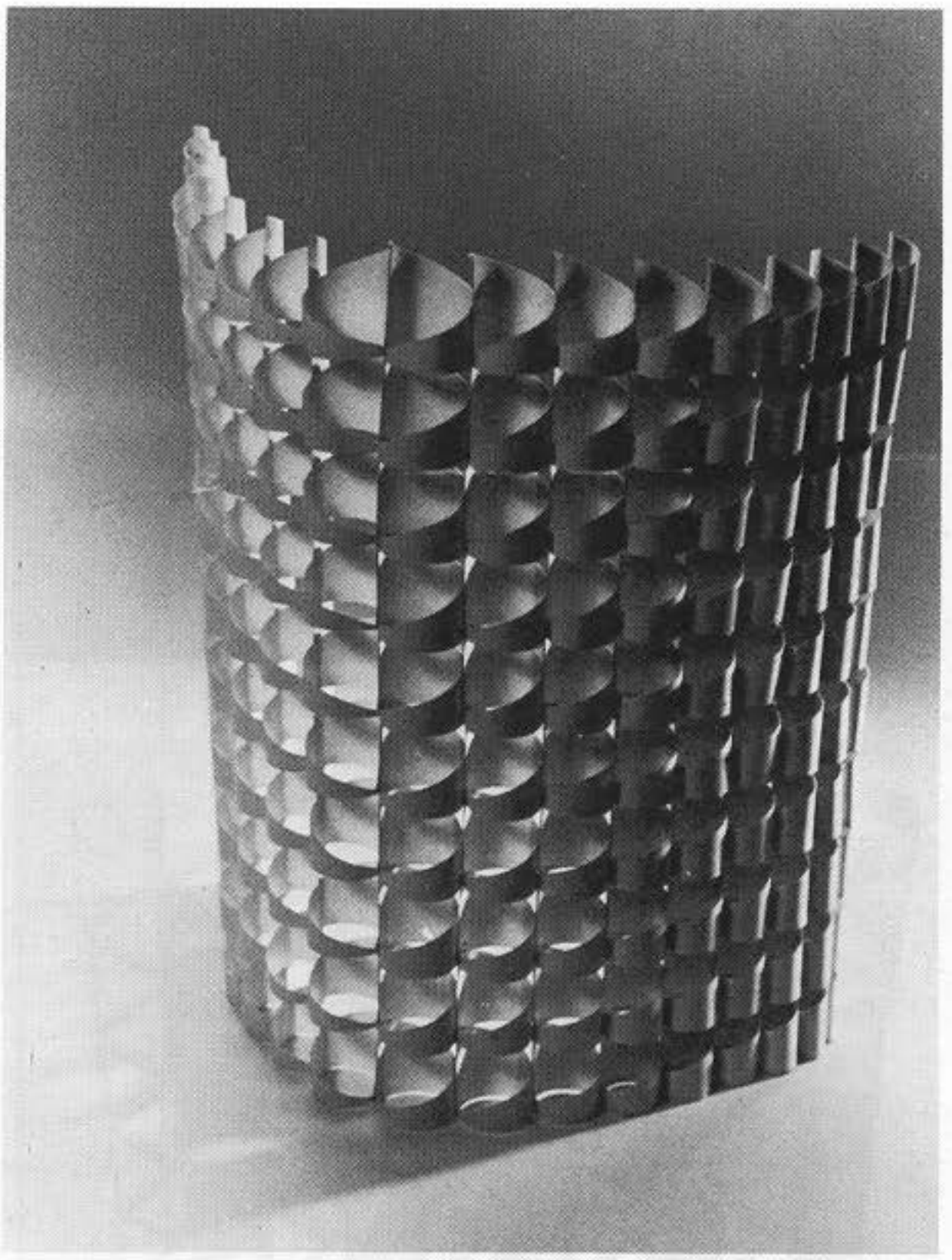
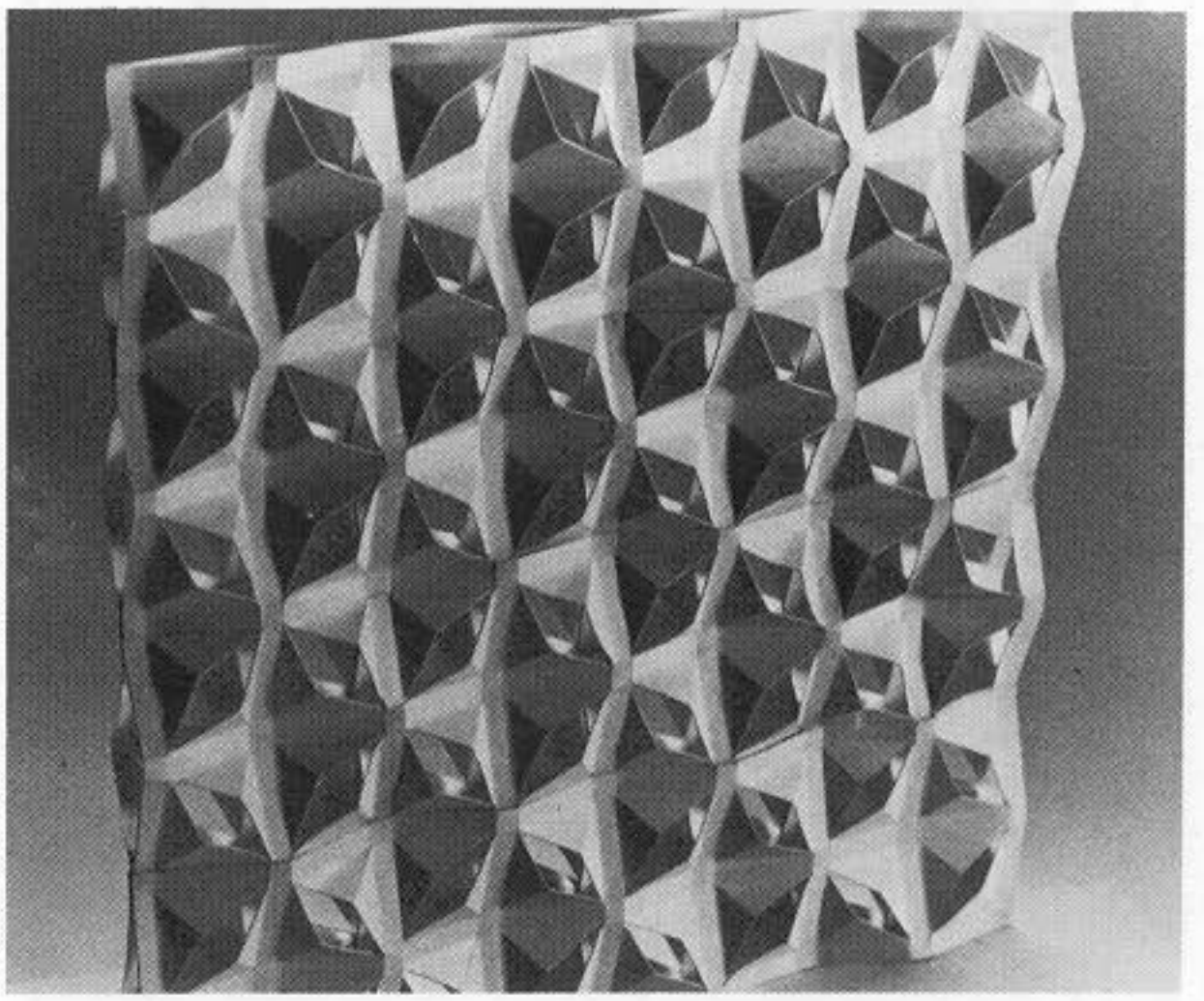


Figura 109. Aquí también las células espaciales sirven como módulos. La disposición muestra una gradación de figuras cilíndricas. Como el contacto entre las superficies es bastante restringido, toda la estructura de pared es muy flexible y puede ser curvada a voluntad.



109

Figura 110. La superficie facetada de esta estructura da un efecto de relieve. Esto se consigue cortando, marcando y plegando los planos lisos continuos.



110

111

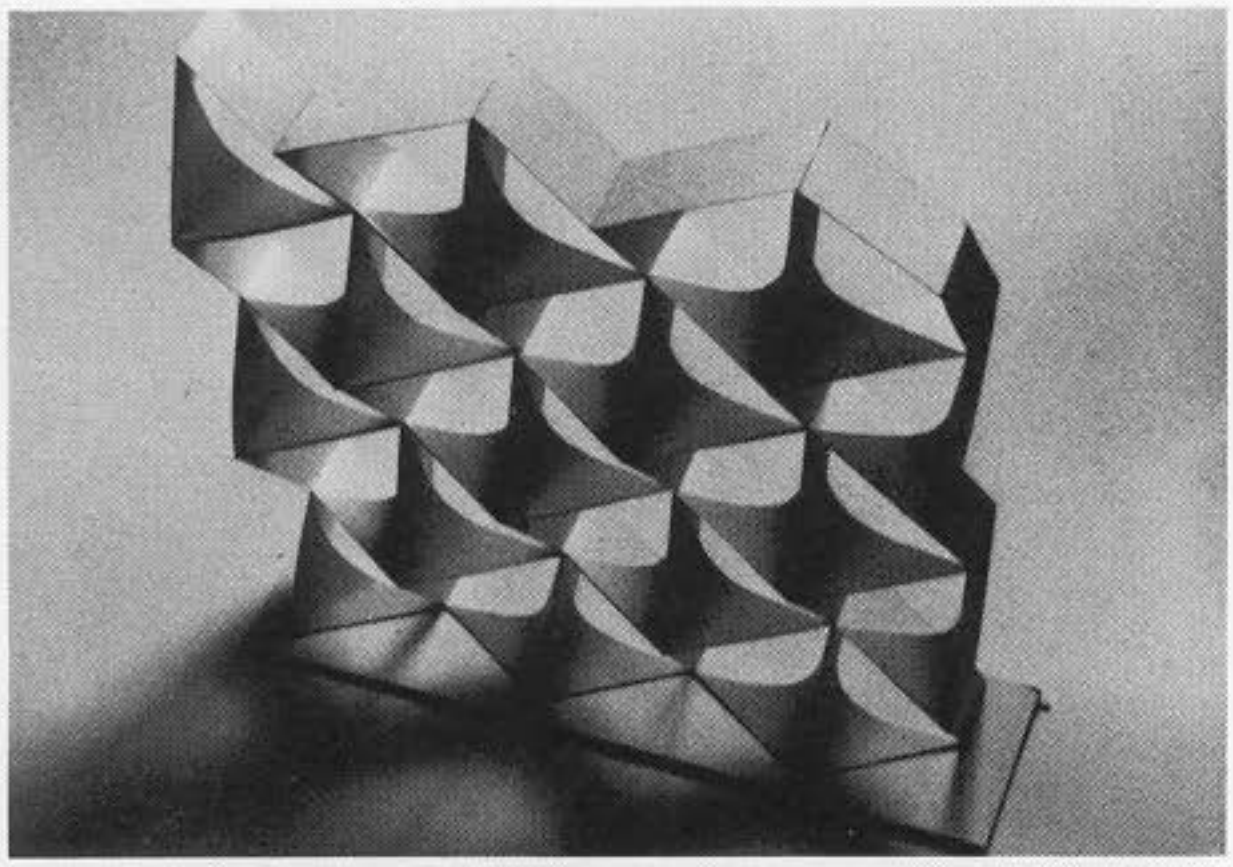


Figura 111. Cada célula espacial es triangular. El módulo interior es un trozo de plano plegado retorcido que une dos filos de la célula espacial.

112

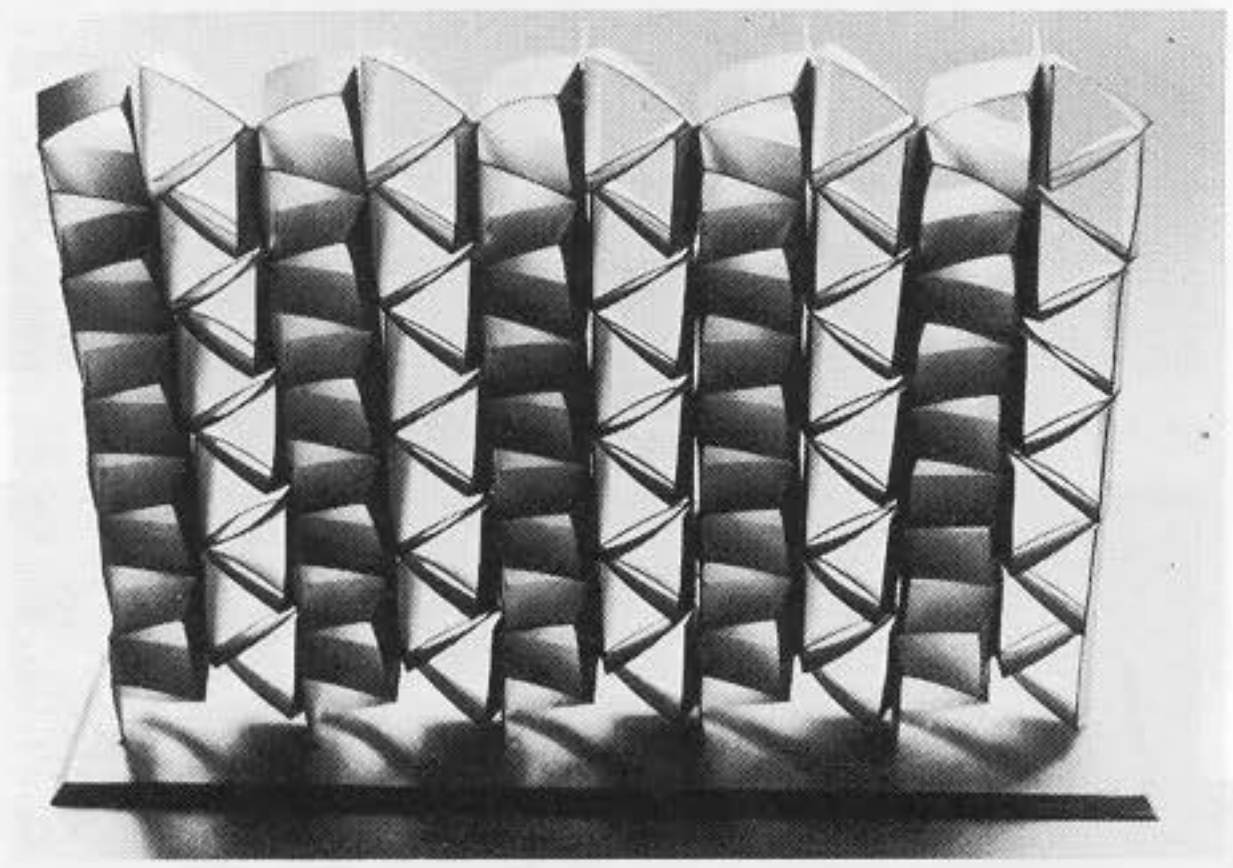


Figura 112. Una tira de cartón delgado ha sido plegada tres veces, para formar una célula espacial que es también el módulo. Al plegar, el principio y el fin de la tierra no se superponen, sino que el filo derecho del principio de la tira toca al filo izquierdo del final. Esto provoca un ligero retorcimiento de los planos en la forma resultante.

113

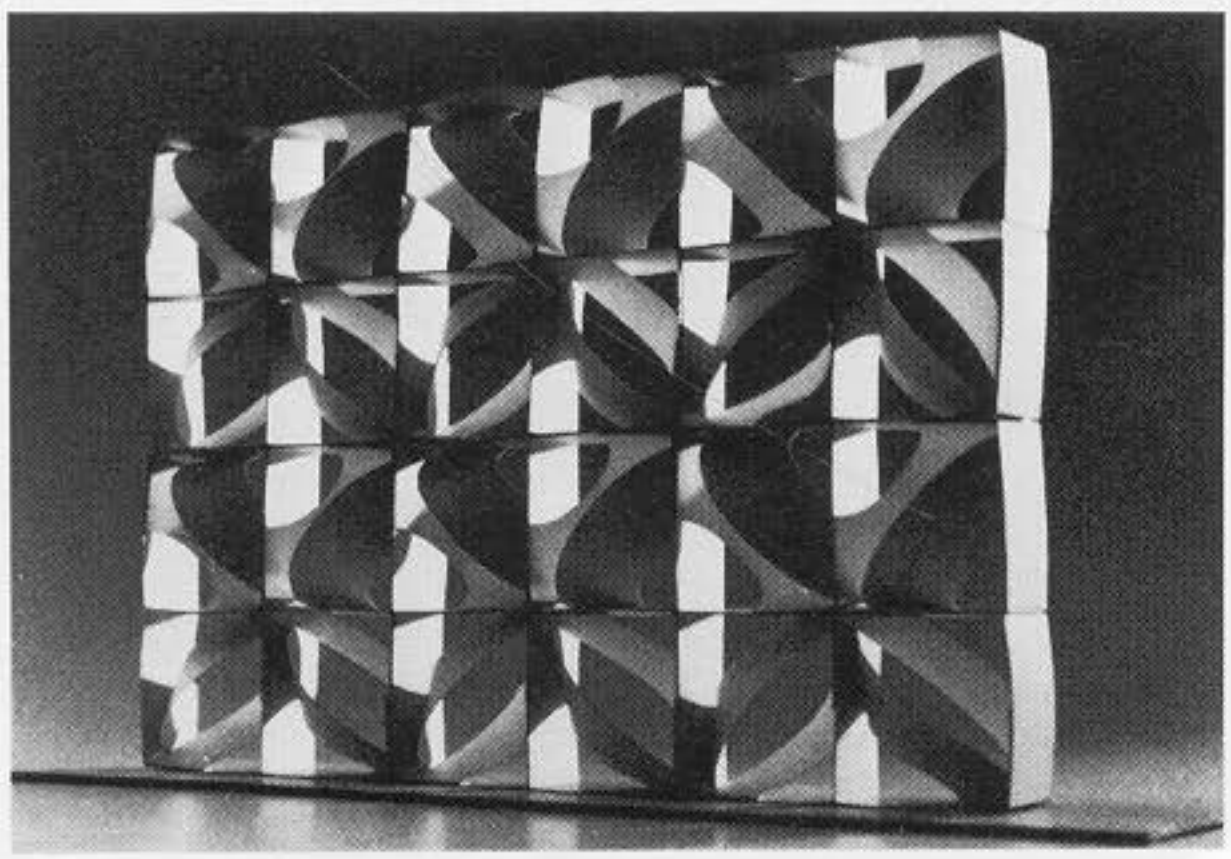


Figura 113. Las células espaciales son cúbicas y están dispuestas directamente encima o adyacentes con su vecina. Los módulos están hechos de tiras retorcidas de cartón fino.

4. Prismas y cilindros

El prisma básico y sus variaciones

Como hemos visto en el último capítulo, una cantidad de cubos, puestos directamente uno sobre otro, construyen una columna. Ésa es en verdad la figura del prisma.

Un prisma es una forma con extremos que son figuras paralelas, rectilíneas, similares e iguales, y con lados que son rectángulos o paralelogramos. Para mayor comodidad, podemos escoger un prisma básico que tiene extremos paralelos y cuadrados, y con lados rectangulares que son perpendiculares a los extremos (fig. 114).

A partir de ese prisma básico, pueden desarrollarse las siguientes variaciones:

a) Los extremos cuadrados pueden cambiarse por extremos triangulares, poligonales o de forma irregular (fig. 115).

b) Los dos extremos pueden no ser paralelos entre sí (fig. 116).

c) Los dos extremos pueden no ser de la misma figura, tamaño o dirección (fig. 117).

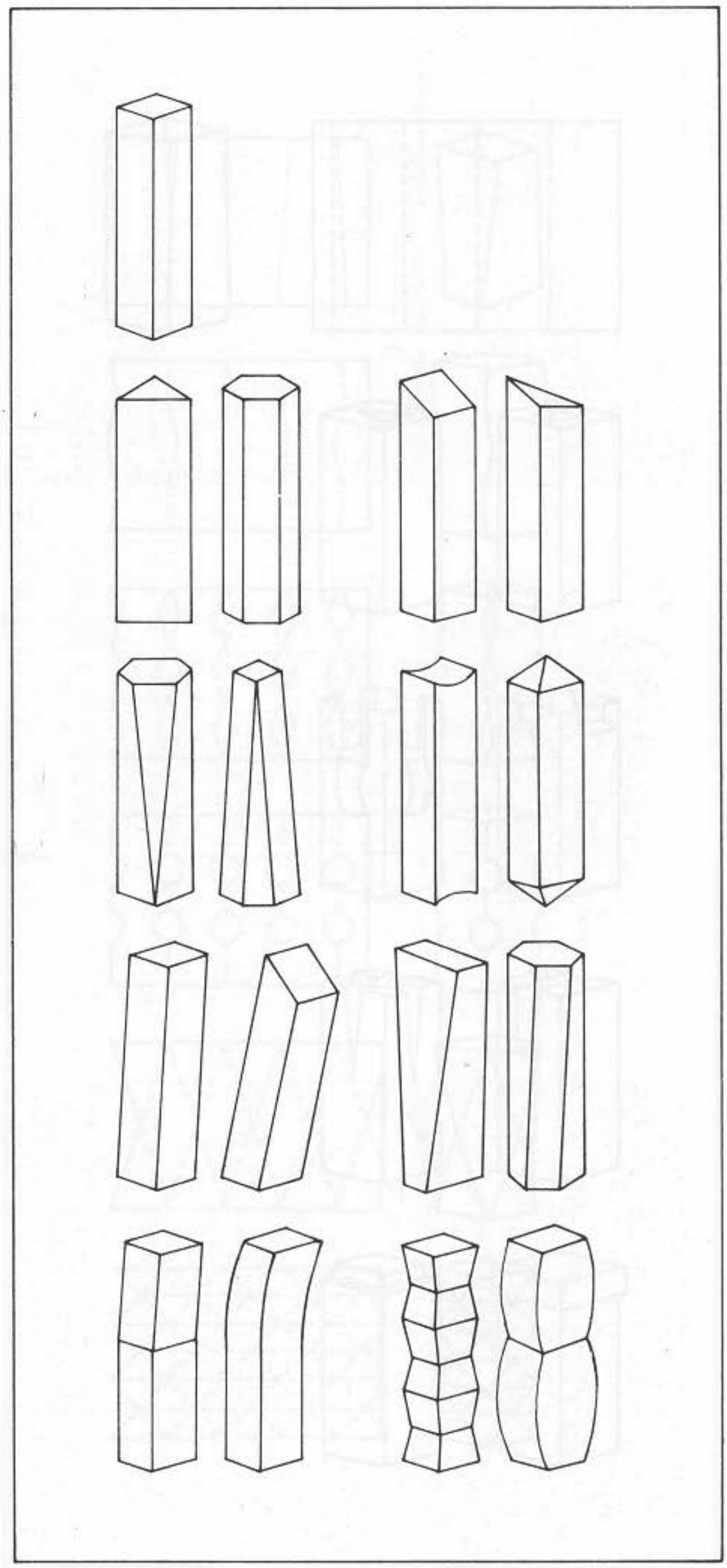
d) Los extremos pueden no ser planos lisos (fig. 118).

e) Los filos pueden no ser perpendiculares a los extremos (fig. 119).

f) Los filos pueden no ser paralelos entre sí (fig. 120).

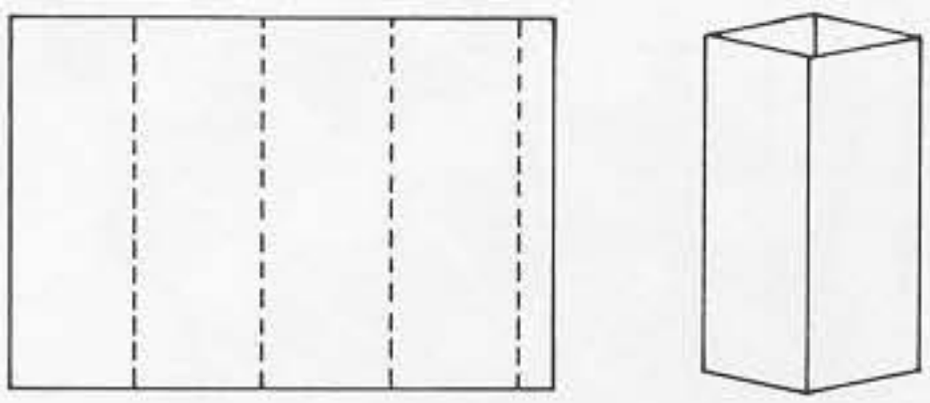
g) El cuerpo del prisma puede ser curvado o torcido (fig. 121).

h) Los filos del prisma pueden ser curvados o torcidos (fig. 122).

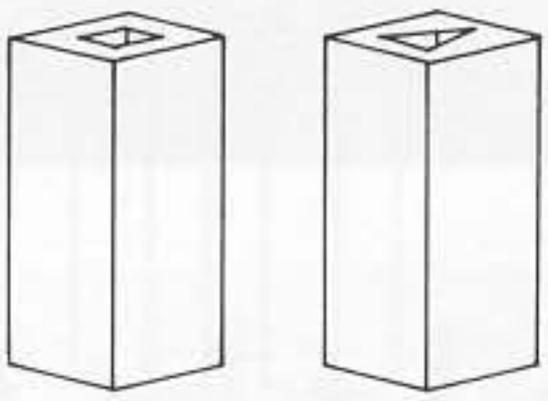


114
115
116
117
118
119
120
121
122

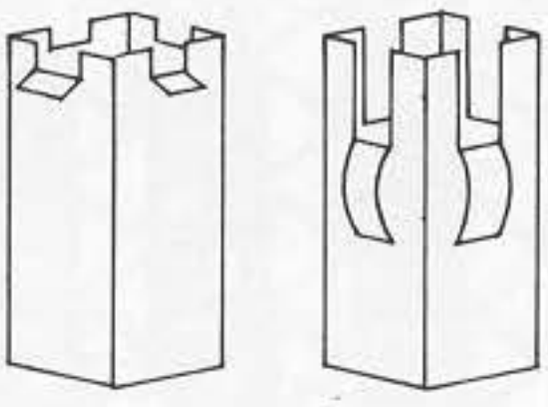
123



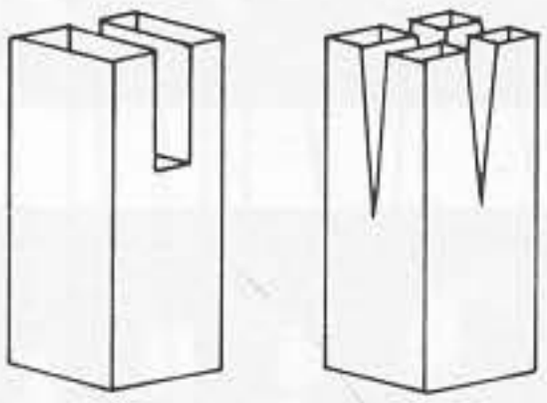
124



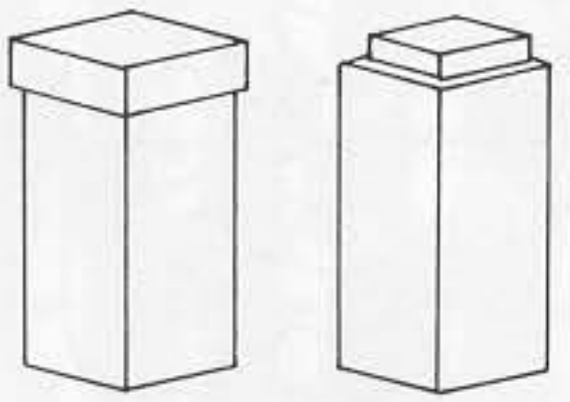
125



126



127



El prisma hueco

Si el prisma no está hecho con materiales sólidos sino con cartón, las variaciones y transformaciones pueden ser más complicadas.

Hagamos un prisma hueco, utilizando una hoja de cartón delgado que es marcado, plegado y luego pegado. Los extremos de este prisma quedan abiertos, sin planos que los cubran (fig. 123).

Los extremos, los filos y las caras de este prisma pueden ser tratados de maneras especiales.

Tratamientos de los extremos

Los extremos del prisma hueco pueden ser tratados de una o más de las siguientes maneras:

a) Los extremos pueden ser cubiertos, pero en lugar de utilizar un plano continuo y liso para cada extremo, podemos usar planos que contengan figuras negativas (fig. 124).

b) Los filos o lados junto a ambos extremos pueden ser cortados con diferentes figuras, y las resultantes piezas sueltas pueden ser dobladas o plegadas sobre sí mismas si es necesario (fig. 125).

c) Los extremos pueden ser divididos en dos o más secciones (fig. 126).

d) Una figura especialmente diseñada puede ser formada o agregada a los extremos (fig. 127).

Tratamiento de los filos

El tratamiento de los filos afecta habitualmente también a las caras. La desviación de los filos paralelos no sólo cambia la rectangularidad de las figuras de las caras, sino que a veces conduce a caras deformadas o facetadas que pueden ser muy interesantes. Los extremos de los prismas pueden asimismo ser modificados.

Nuestras ilustraciones muestran aquí los siguientes tratamientos:

a) Filos rectos no paralelos entre sí (fig. 128).

b) Filos ondulantes (fig. 129).

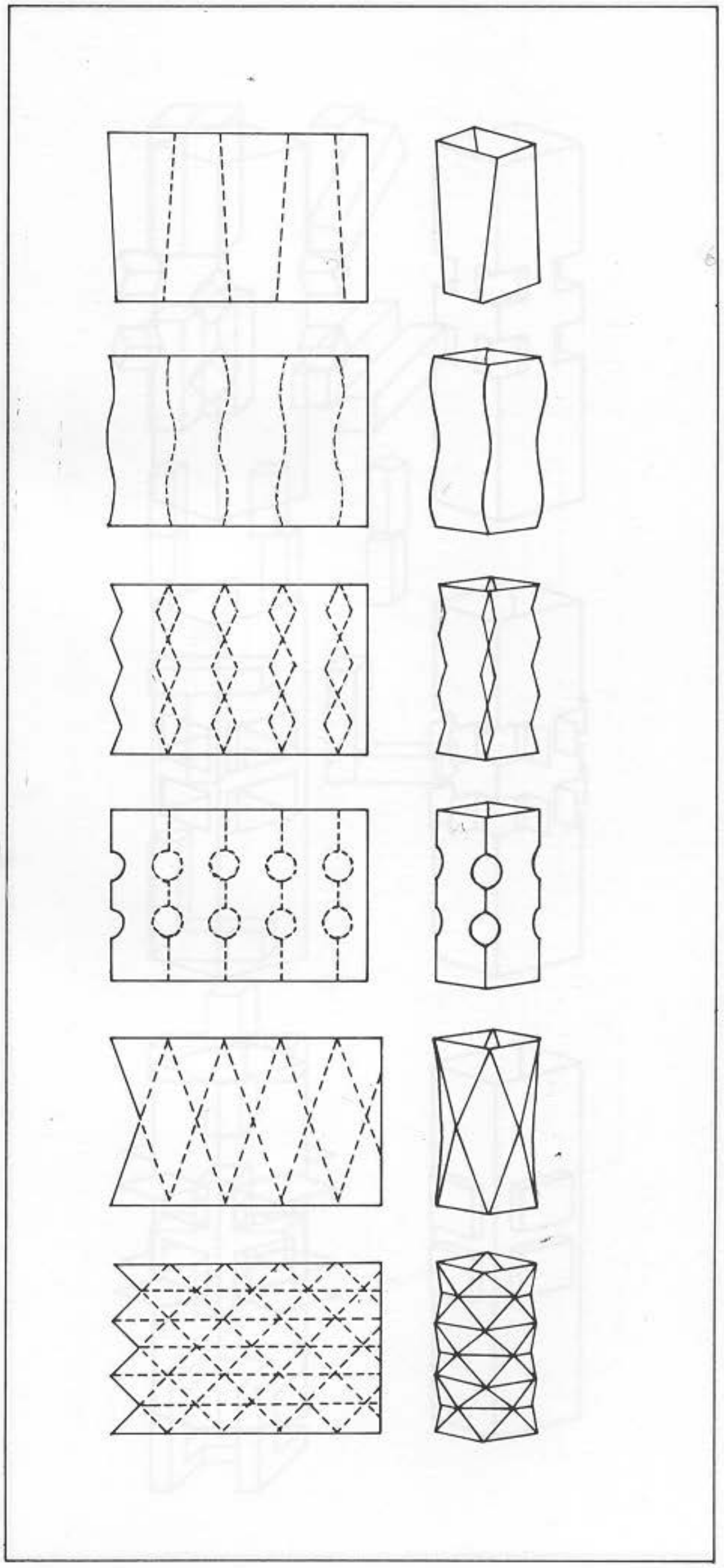
c) Figuras de cadena o de rombo a lo largo de los filos (fig. 130).

d) Figuras circulares colocadas a lo largo de filos rectos paralelos (fig. 131).

e) Filos que se entrecruzan (fig. 132).

f) Esquema complicado, marcado sobre la superficie del cartón delgado antes de ser doblado para formar un prisma. Algunas de las líneas del esquema también son los filos del prisma (fig. 133).

Otros tratamientos de los filos pueden incluir la simple sustracción o agregado de figuras a lo largo de los filos.



128

129

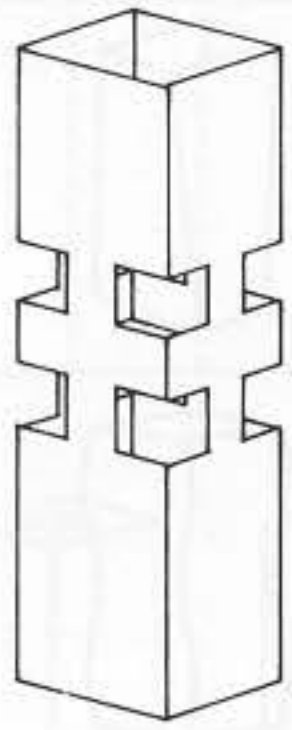
130

131

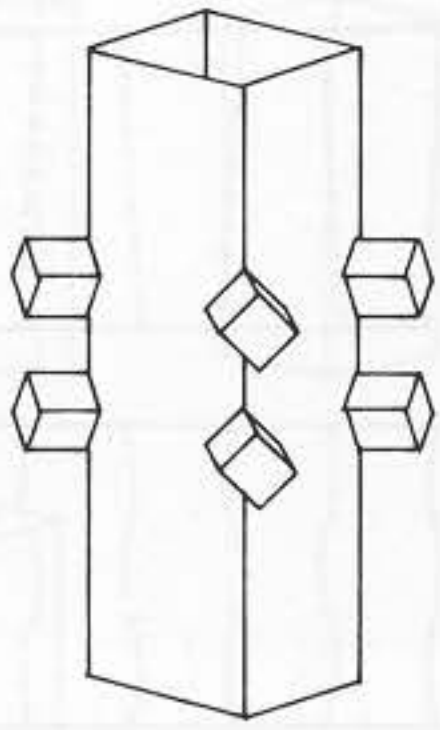
132

133

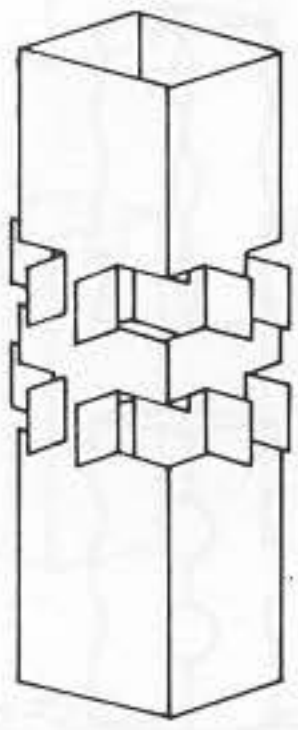
134



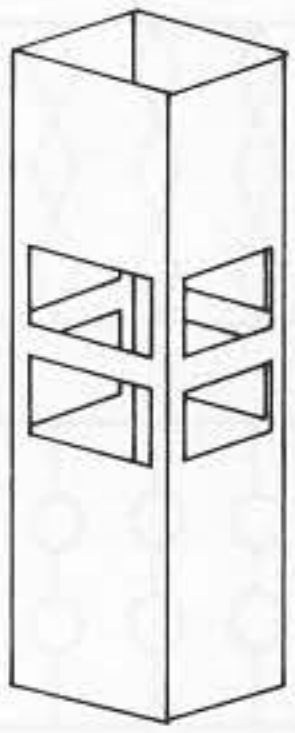
135



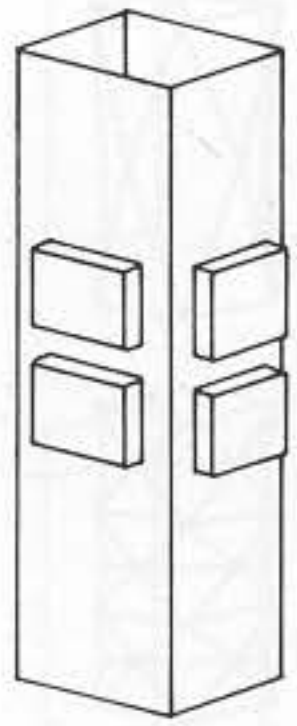
136



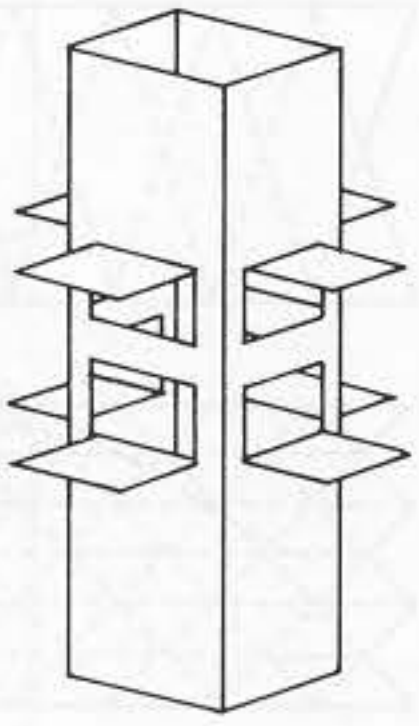
137



138



139



En la sustracción, se introducen figuras negativas a lo largo de los filos. Como cada filo es la unión de dos caras, las figuras negativas se hacen recortando algunas partes de ambas caras adyacentes (fig. 134).

Además, se pueden agregar a los filos ciertas figuras hechas separadamente. Tales figuras pueden cubrir o sobresalir un poco de las caras adyacentes, a menos que las figuras sean estrictamente planas (fig. 135).

Es posible tener líneas cortadas y marcadas, o figuras parcialmente cortadas a lo largo de los filos y en las caras adyacentes. Al doblar tales figuras hacia dentro (o a veces también hacia afuera) sin separarlas, se crea un juego de formas positivas y negativas (fig. 136).

Tratamiento de las caras

El tratamiento de las caras es prácticamente el mismo que el de los filos.

En la sustracción, se hacen agujeros en las caras. Puede usarse cualquier figura negativa que no provoque el aflojamiento de las partes o el debilitamiento de la estructura (fig. 137).

El agregado permite que toda figura de base lisa pueda ser adherida a las caras lisas. Pueden siempre agregarse figuras adicionales, que serán ajustadas a las figuras negativas en las caras (fig. 138).

Las figuras semicortadas pueden permanecer transversales o dobladas hacia adentro o hacia afuera en las caras del prisma (fig. 139).

Unión de prismas

Dos o más prismas pueden ser utilizados en un diseño, uniéndolos de varias maneras.

La unión puede ser hecha fácilmente por el contacto entre caras, ya

sean los prismas paralelos o no paralelos. La unión en este último caso es muy fuerte siempre que el adhesivo sea muy fuerte (fig. 140).

El contacto entre los filos es más débil, porque la zona en que se puede aplicar el adhesivo a lo largo de los filos es muy limitada. En la construcción con cartón, es posible que la cara de un prisma se prolongue hasta formar la cara del otro prisma, en cuyo caso la resistencia del plano de la cara será la resistencia de la unión. Si el cartón es delgado, un prisma queda haciendo un gozne con el otro y la unión es flexible (fig. 141).

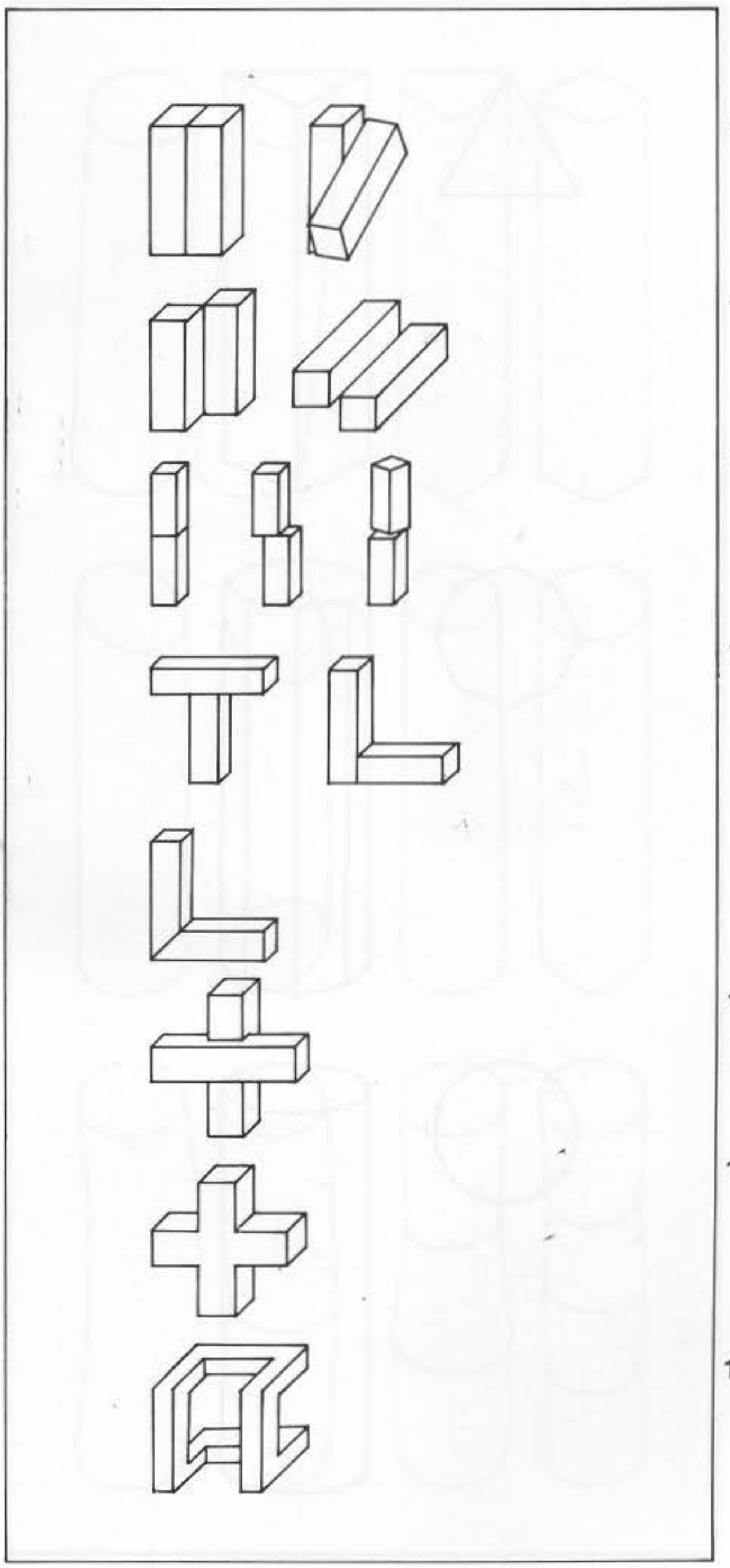
El contacto por los extremos duplica la altura del prisma. En este caso deberá hacer planos lisos que cubran los extremos, y la unión se hace en verdad por la adhesión de un plano al otro, igual que en el contacto entre caras (fig. 142).

El extremo de un prisma puede ser unido a la cara de otro, haciendo una figura de T o una figura de L. Si los extremos de los prismas han sido cortados en inglete, también puede formarse una figura de L (fig. 143).

Dos prismas cruzados pueden ser trabados entre sí cuando el cuerpo de un prisma ajusta en el cuerpo del otro (fig. 144).

Podemos construir dos primas cruzados que estén íntegramente unidos entre sí, construyendo con el mismo trozo de cartón algunas de las caras dobles (fig. 145).

La unión de una cantidad de prismas, que se juntan por los extremos, puede conducir a una estructura de marco o a una estructura con continuidad lineal (fig. 146).



140

141

142

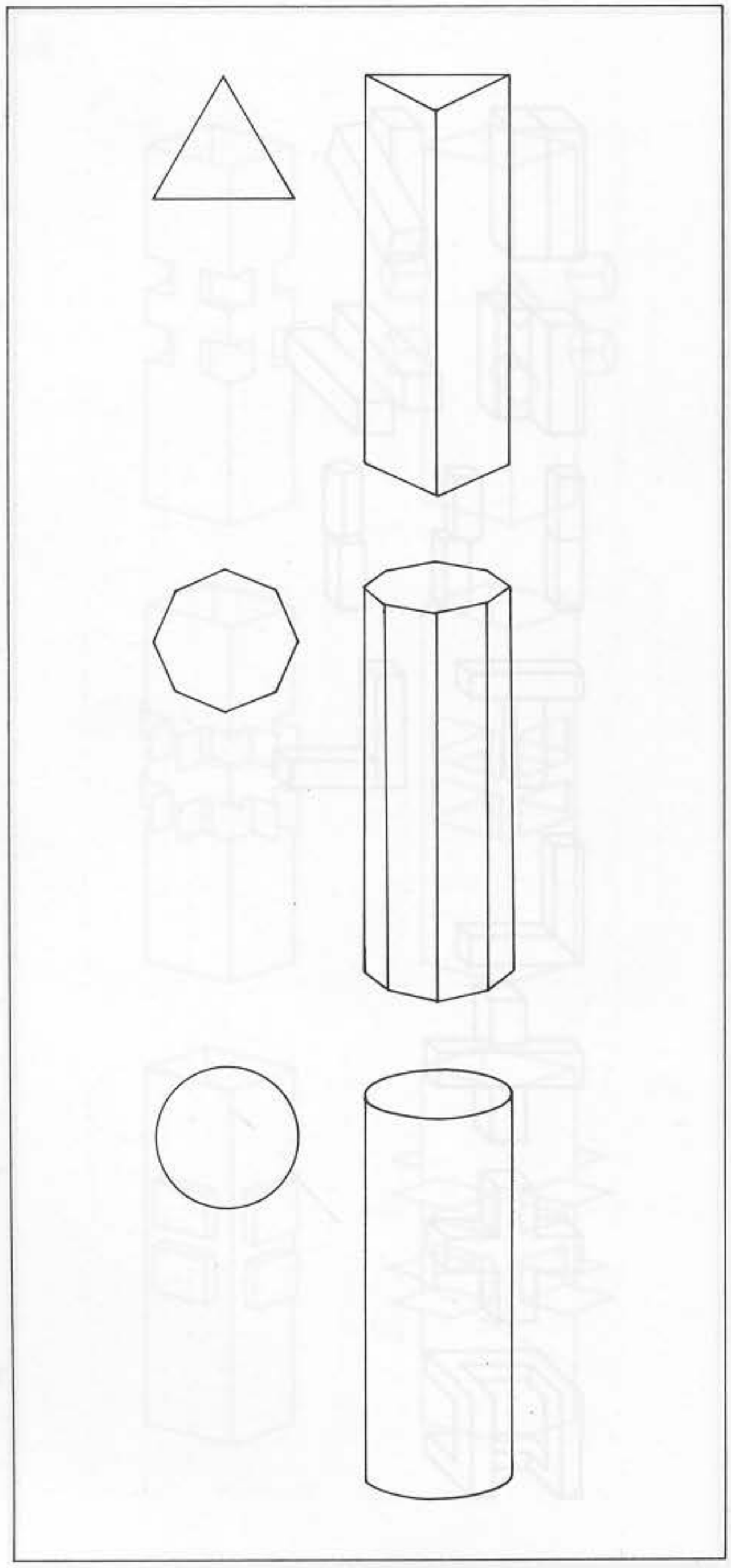
143

144

145

146

147



El prisma y el cilindro

La cantidad mínima de planos que podemos usar para las caras de un prisma son tres, lo que deriva en un prisma con extremos triangulares, arriba y abajo.

Si aumentamos la cantidad de caras en el prisma, las figuras de arriba y abajo cambiarán de triángulos a polígonos. Cuantos más lados tiene un polígono, se hace menos anguloso y más cercano al círculo. Por ejemplo, un octágono es mucho menos anguloso que un triángulo, y así un prisma octagonal tiene un cuerpo más redondo que otro triangular.

Aumentando infinitamente la cantidad de lados de un polígono, se llega al círculo. De la misma manera, aumentando infinitamente la cantidad de lados de un prisma se crea por último un cilindro (fig. 147).

El cuerpo de un cilindro queda definido por un plano continuo, sin principio ni fin, y las partes superior e inferior de un cilindro tienen la figura de un círculo.

Variaciones de un cilindro

Podemos decir que el cilindro común se compone de dos extremos circulares y paralelos del mismo tamaño y de un cuerpo perpendicular a esos extremos. De esa base, son posibles las siguientes desviaciones:

a) El cuerpo puede estar sesgado (fig. 148).

b) Los extremos pueden ser de cualquier figura con ángulos redondeados (fig. 149).

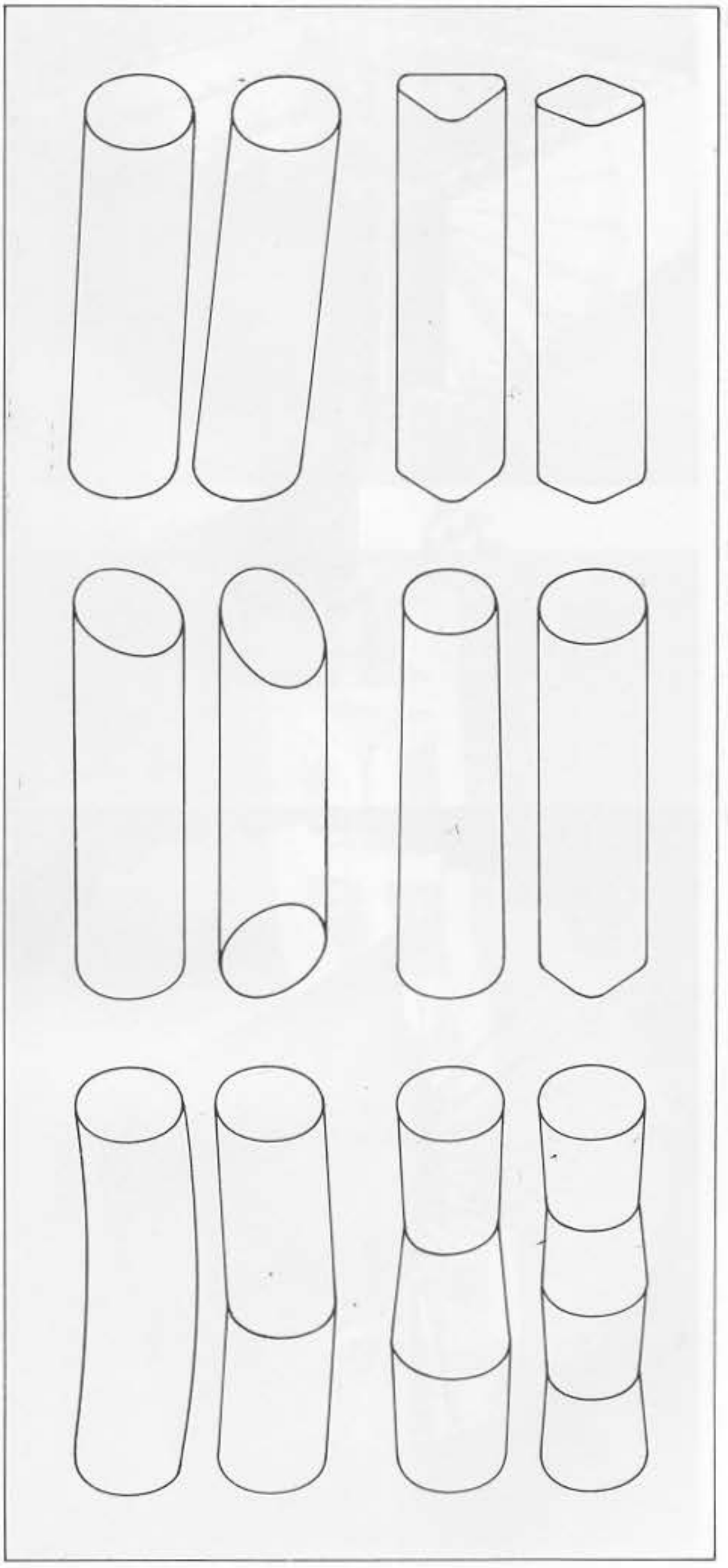
c) Los extremos pueden no ser paralelos entre sí (fig. 150).

d) Los extremos pueden ser de diferentes tamaños o figuras (fig. 151).

e) El cuerpo puede estar curvado (fig. 152).

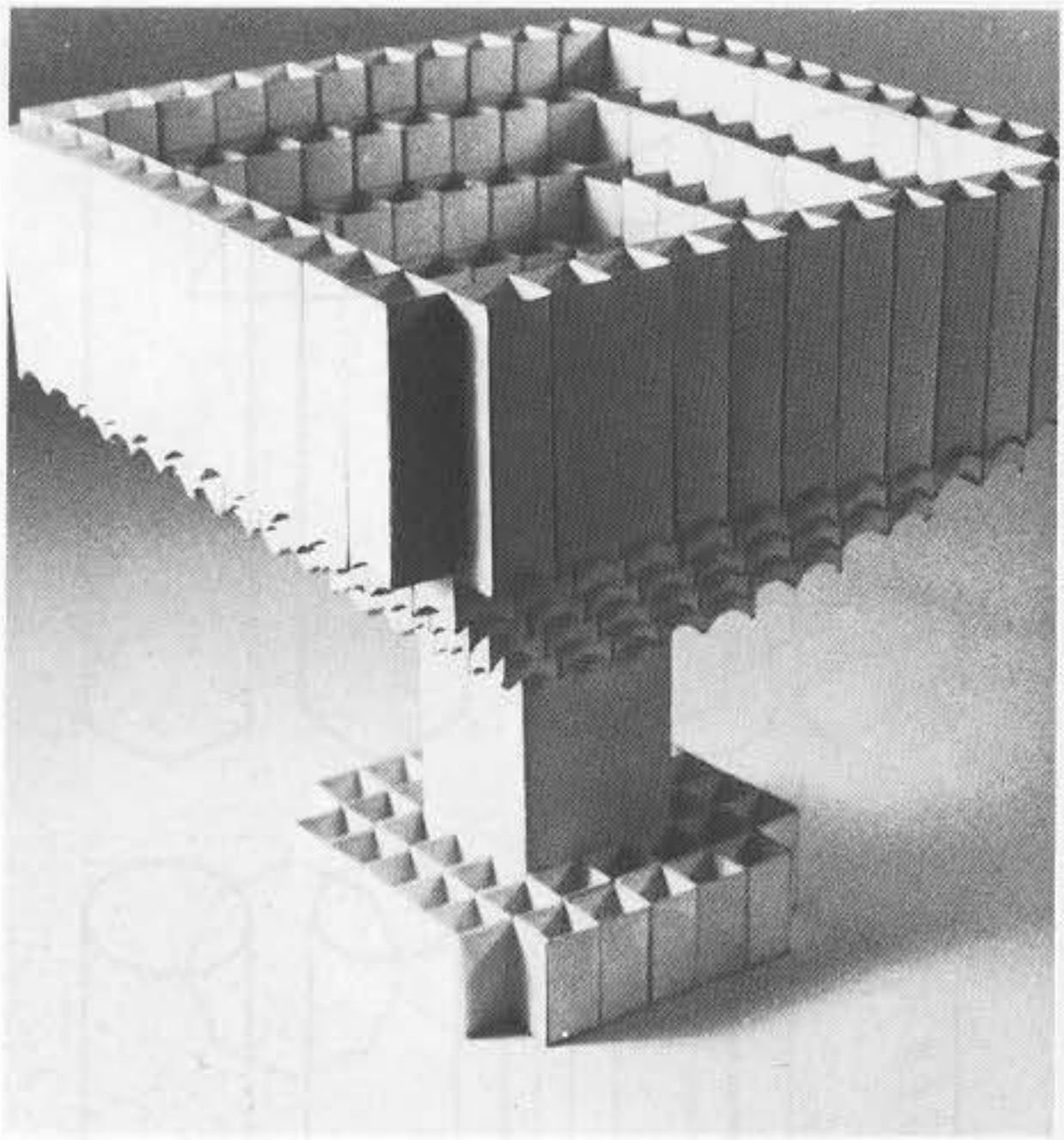
f) El cuerpo puede expandirse o contraerse a intervalos (fig. 153).

El tratamiento de los extremos y de la cara puede ser aplicado al cilindro de la misma manera en que es aplicado al prisma.



148
149
150
151
152
153

154



Las figuras 154 a 163 ilustran diferentes enfoques para el uso de prismas. La figura 157 es un solo prisma con tratamiento en superficie del cuerpo y de las caras; los otros proyectos exploran las posibilidades para el uso de prismas como módulos de diseño.

Figura 154. Han sido usados numerosos prismas cuadrados de diversas alturas. Nótese que cerca de la parte inferior las caras de muchos prismas han sido recortados a figuras circulares.

Figura 155. Este diseño en espiral ha sido hecho con una cantidad de prismas triangulares que aumentan gradualmente en altura. Las partes inferiores de los prismas más altos han sido retocadas para producir una zona de cavidad, a fin de colocar los prismas más cortos, lo que marca el comienzo de una espiral hacia arriba.

155

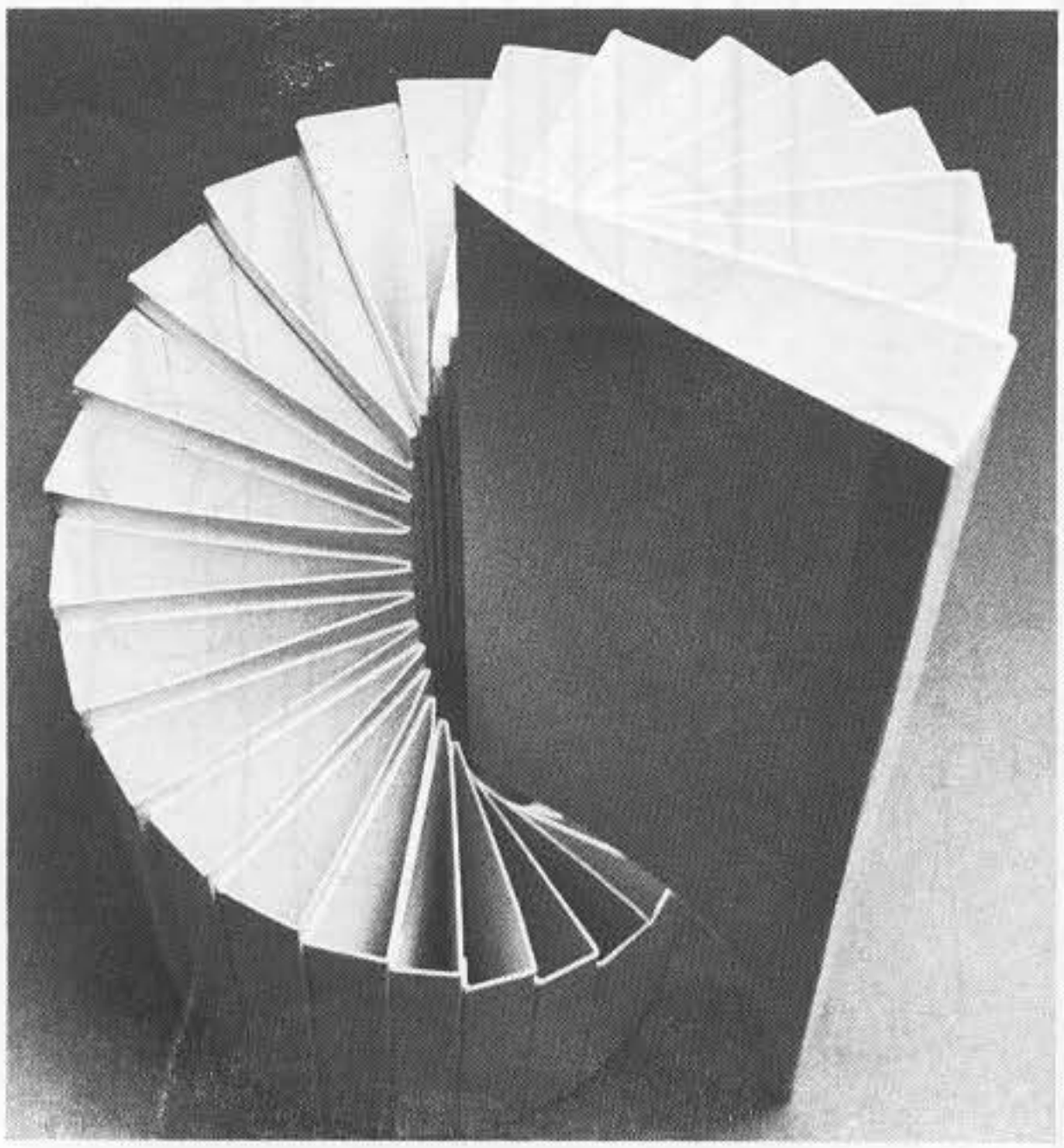
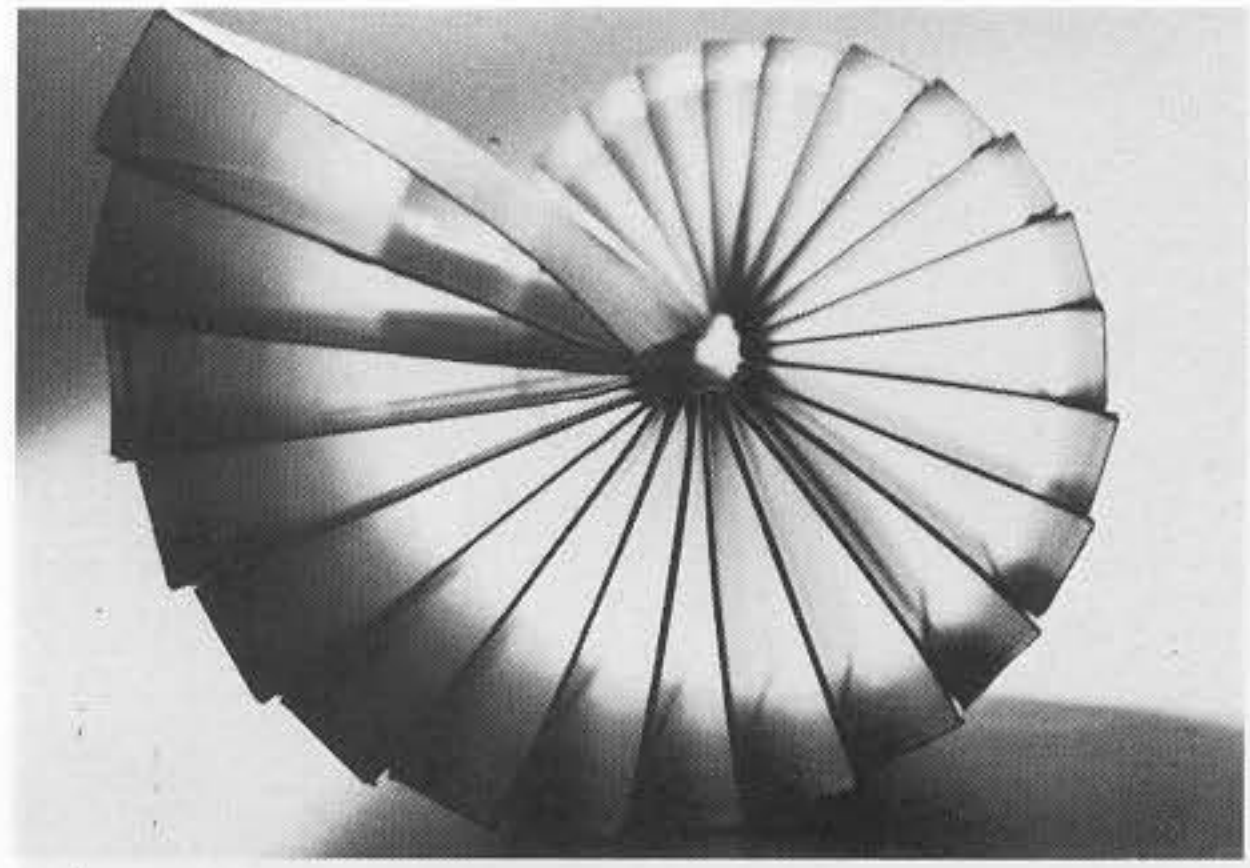
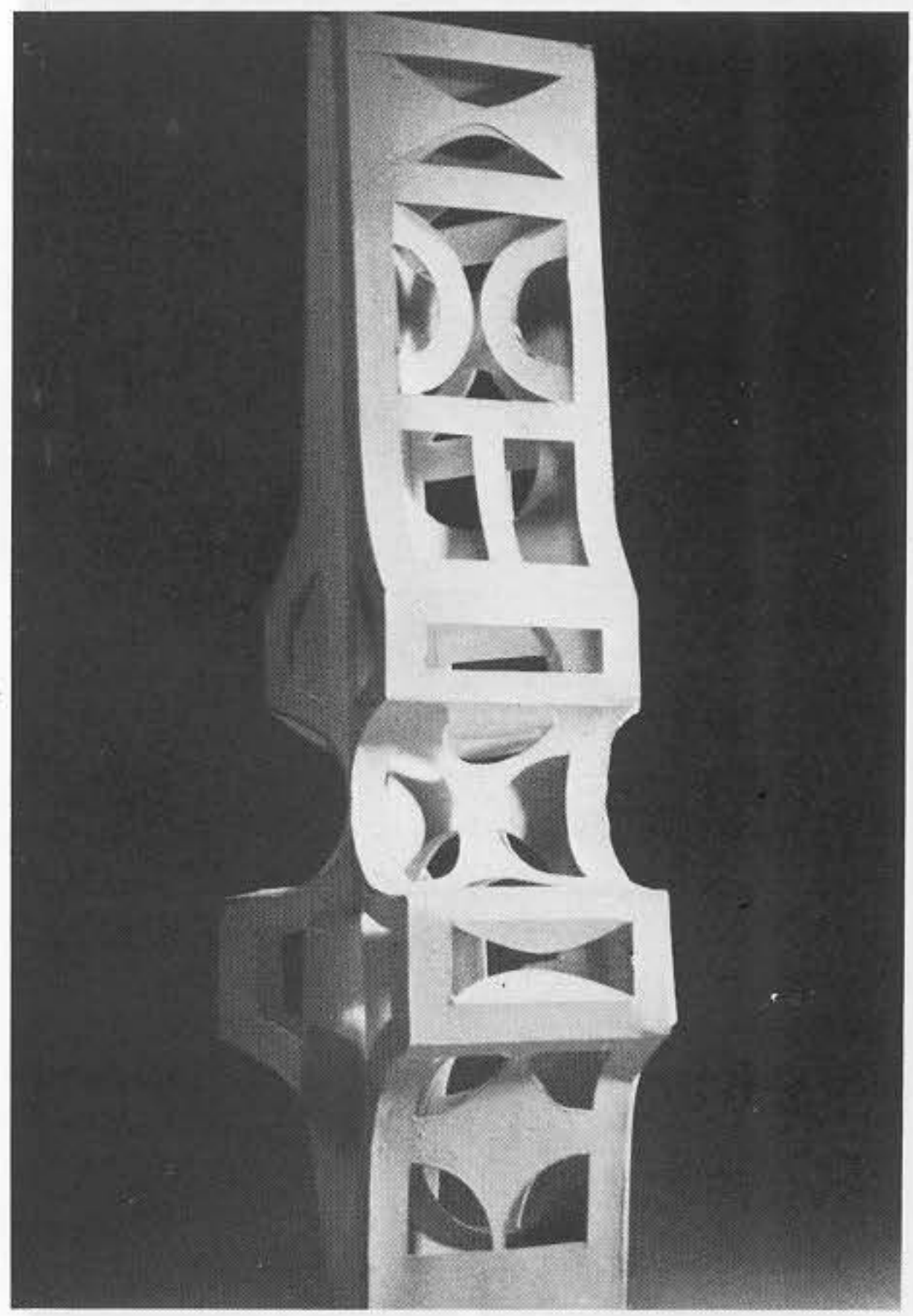


Figura 156. Éste es otro ángulo del mismo diseño ilustrado en la figura 155.



156

Figura 157. La figura del cuerpo de este prisma ha sido muy transformada. El tratamiento de las caras revela algunas figuras circulares negativas en la capa interna de la construcción.



157

158

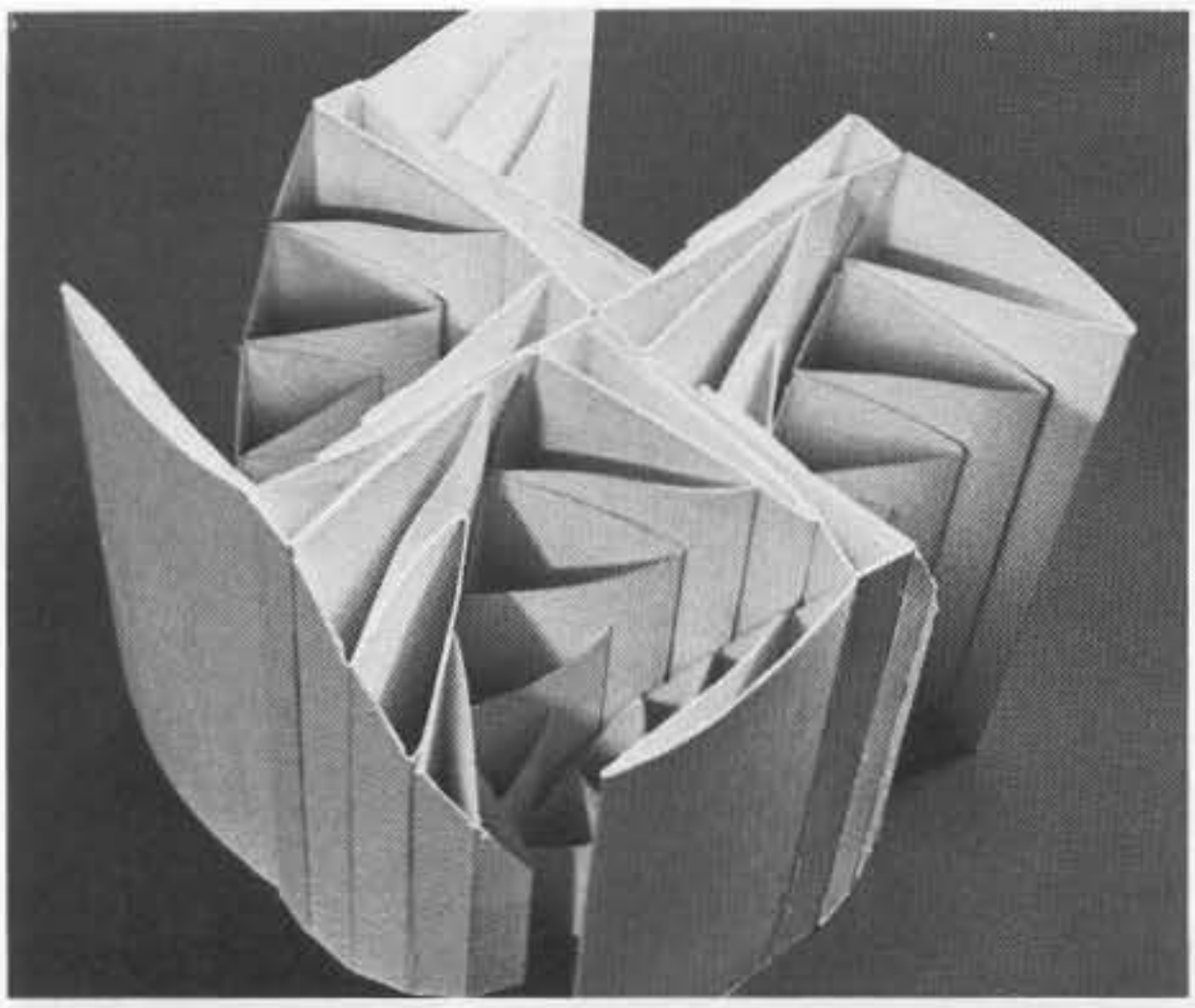


Figura 158. En este diseño se han utilizado cuatro grupos de prismas triangulares en gradación de tamaño y de figura.

159

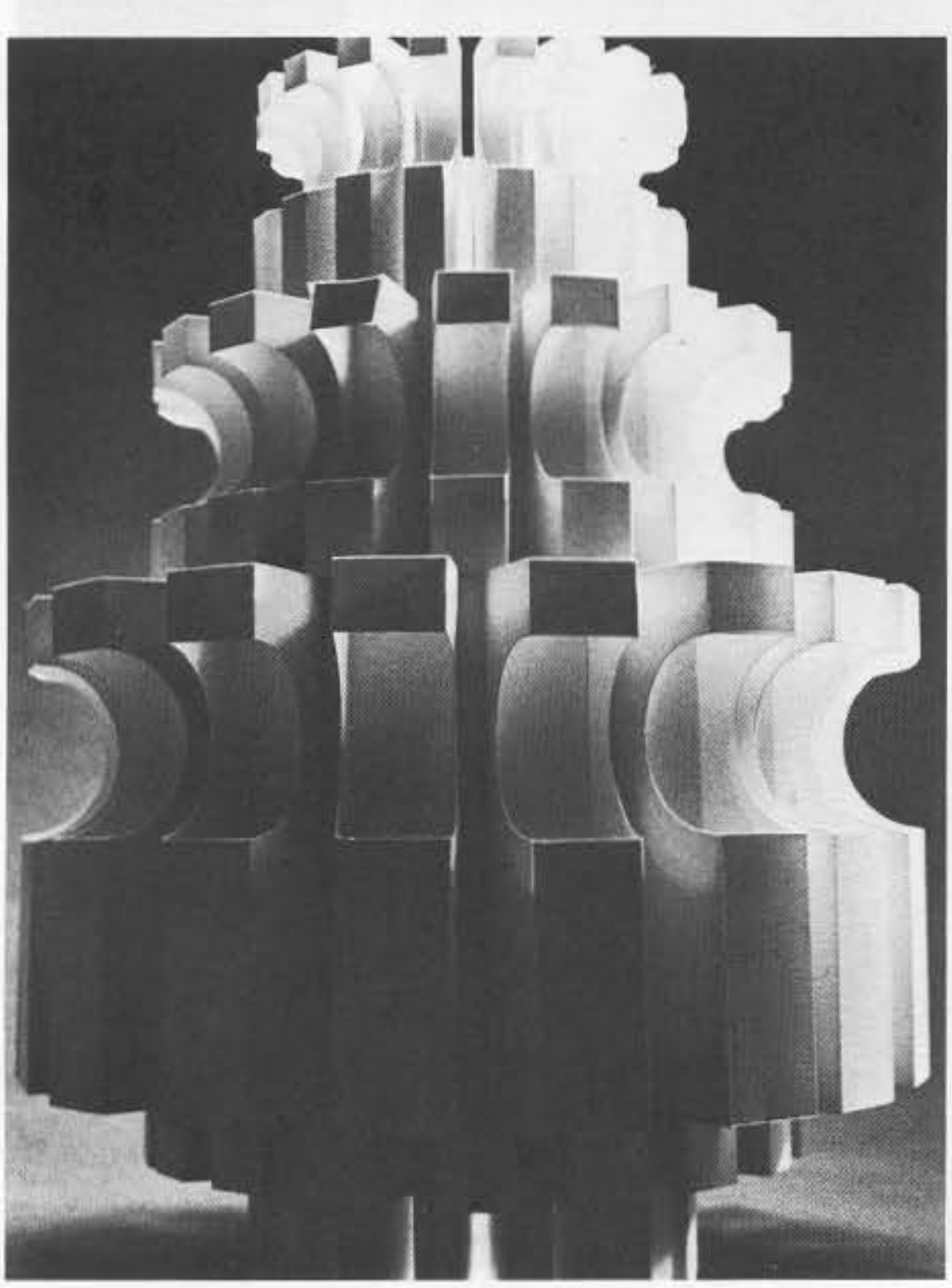
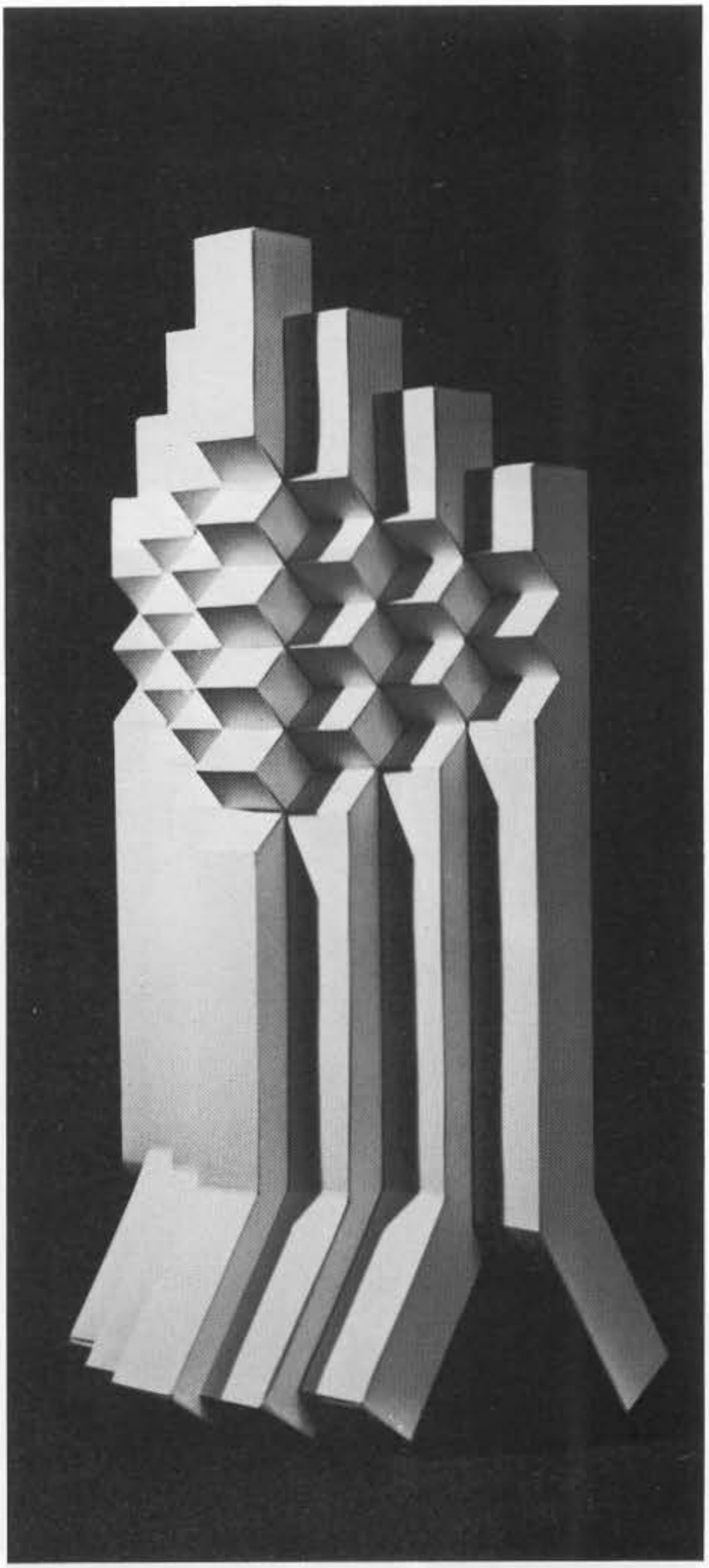


Figura 159. Éste se compone de tres capas concéntricas. La interior tiene los primas más altos y también más angostos. La exterior tiene los primas más cortos y más grandes.

Figura 160. Está construida con siete prismas, todos se doblan marcadamente cerca de la base, mientras las caras han sido tratadas con dibujos en zigzag.



160

161

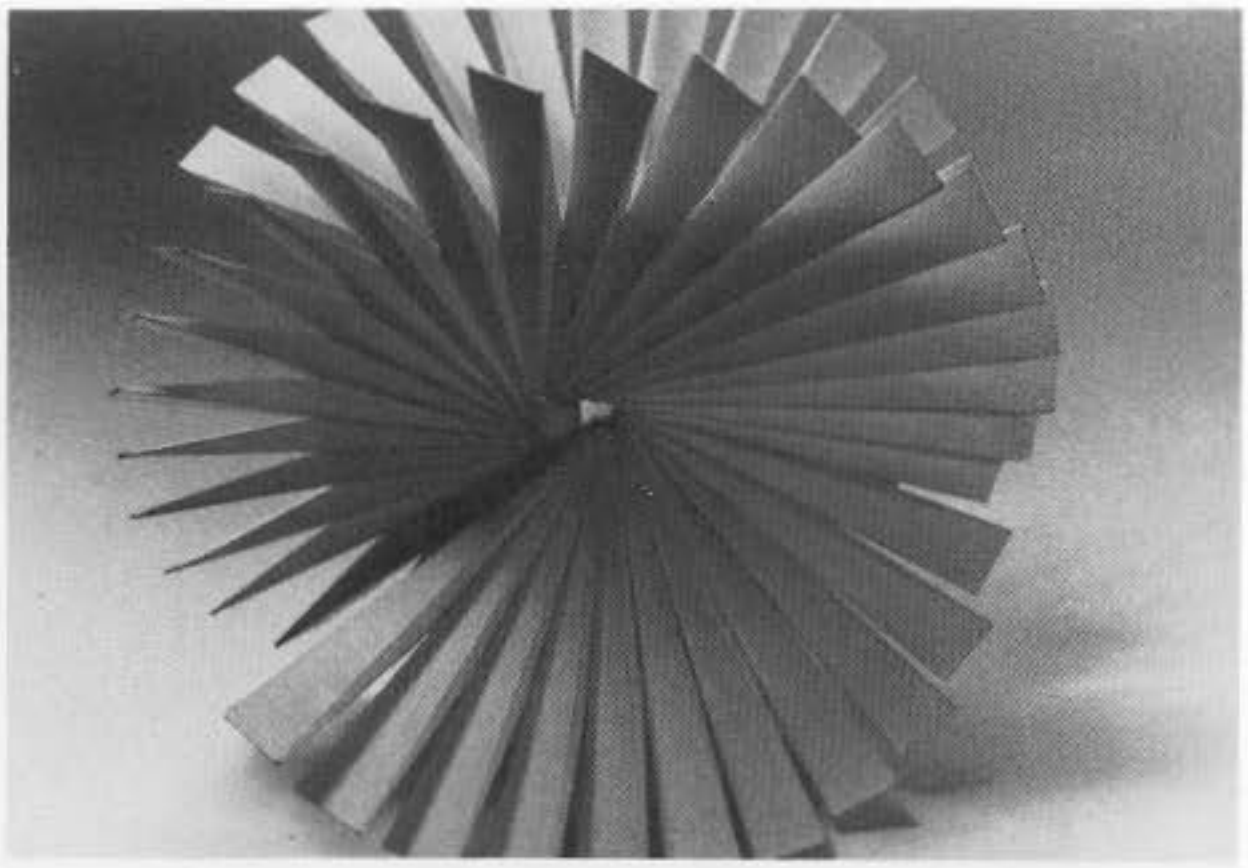


Figura 161. Cada prisma es en realidad una figura de cuña, construida con cuatro triángulos isósceles alargados y dos extremos chatos. La construcción en espiral se ha obtenido pegando entre sí una cantidad de tales prismas, con el contacto entre caras.

Figura 162. Los planos triangulares han sido utilizados asimismo en los prismas de este diseño. Cada prisma se compone de seis planos triangulares y los extremos son triángulos que quedan abiertos y sin cubrir. La construcción fue hecha por contacto entre filos y caras.

162

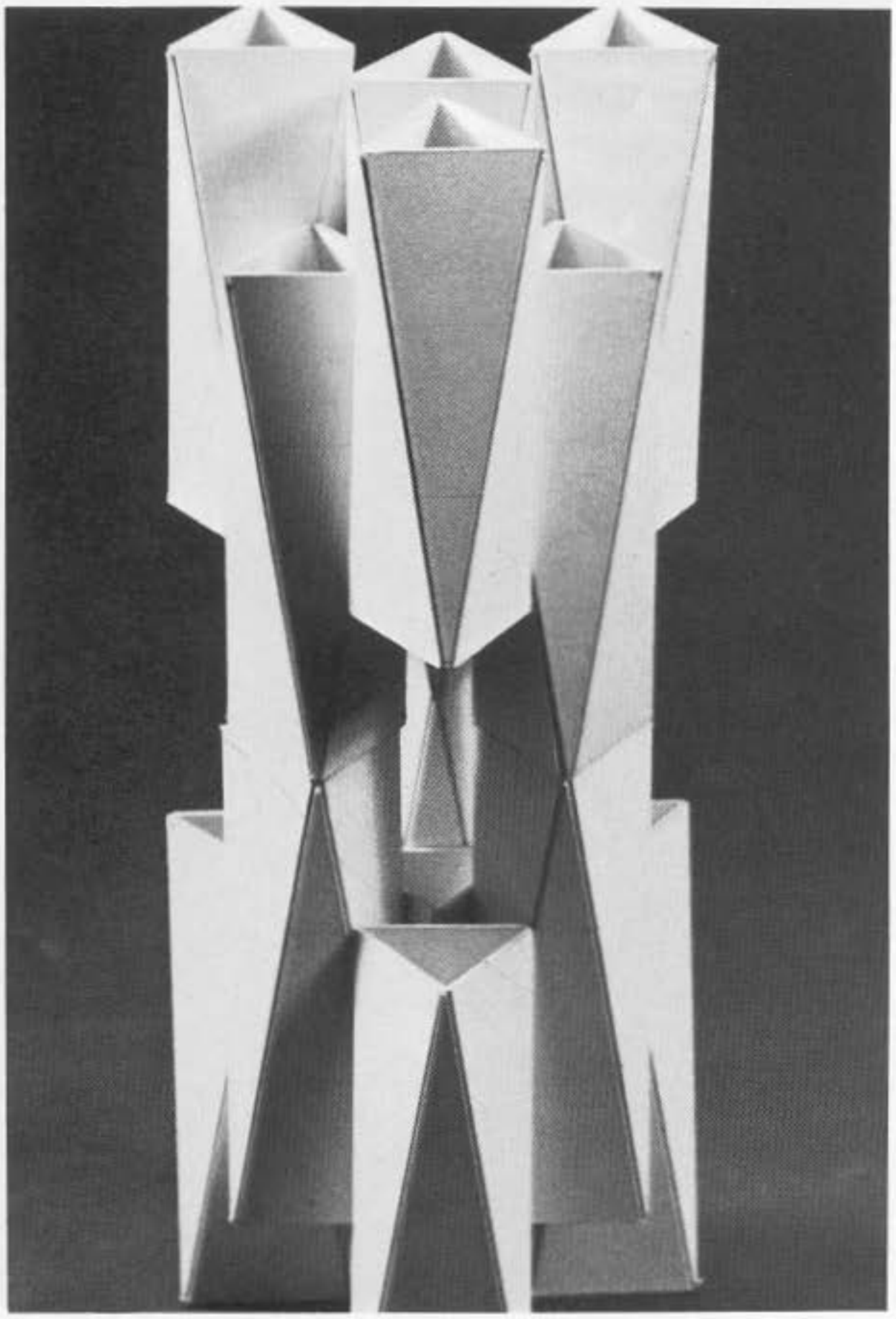
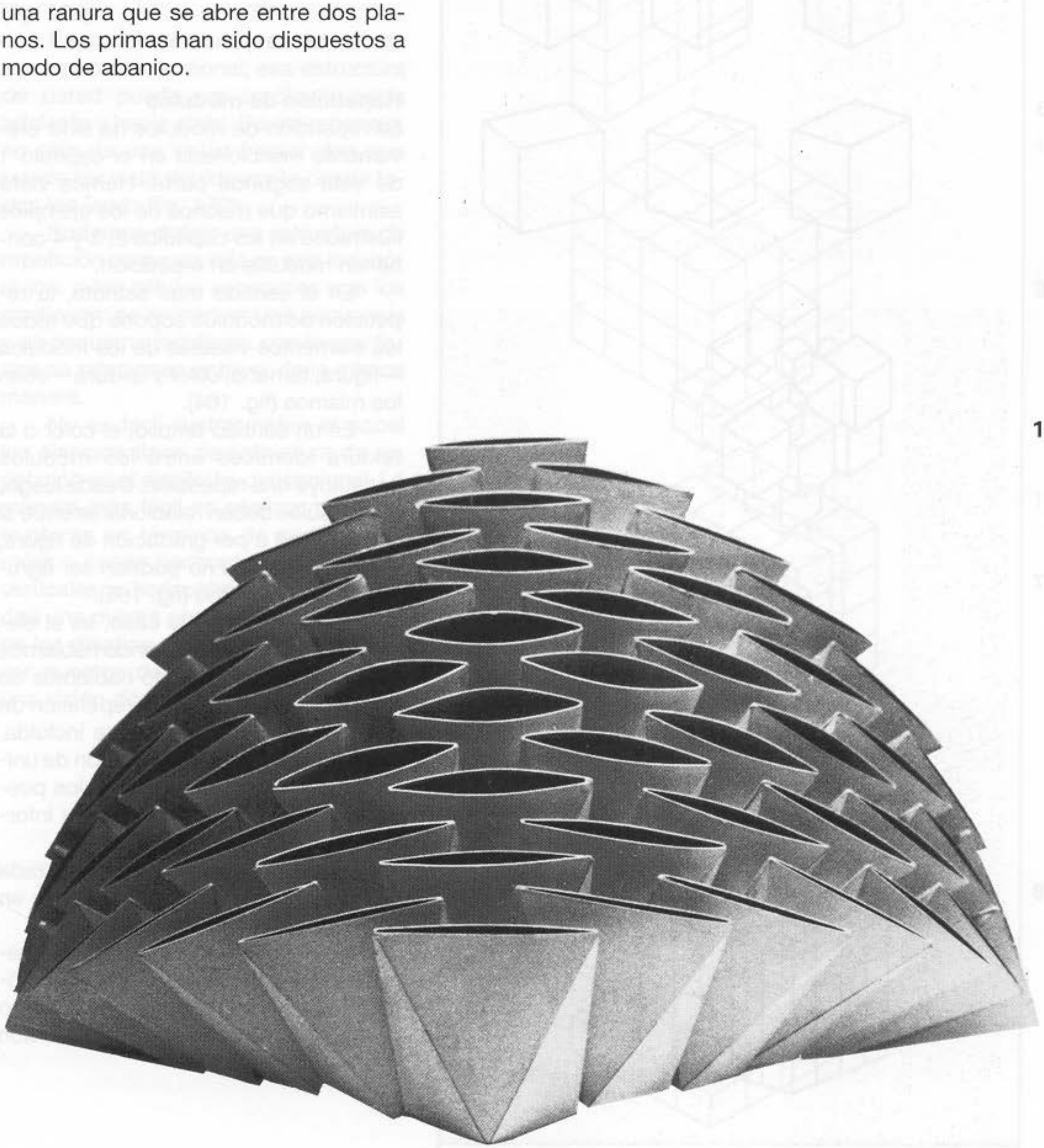
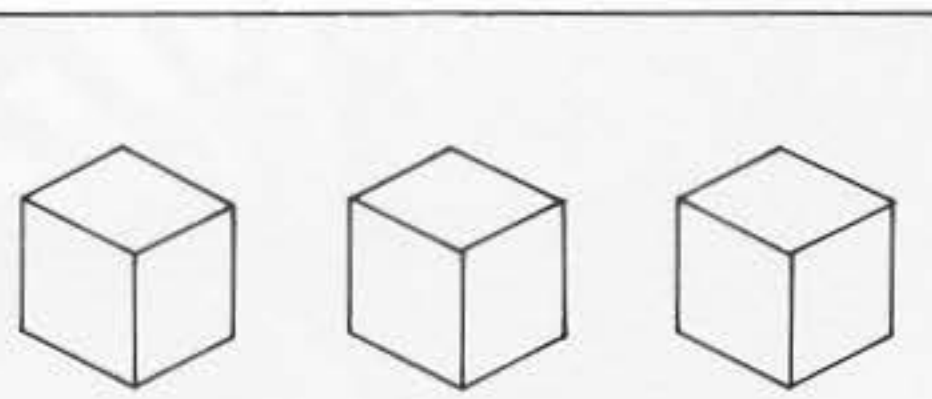


Figura 163. Los prismas de este diseño han sido construidos con tres planos triangulares y un plano rectangular. La parte inferior de cada prisma tiene forma triangular, pero la superior es sólo una ranura que se abre entre dos planos. Los primas han sido dispuestos a modo de abanico.

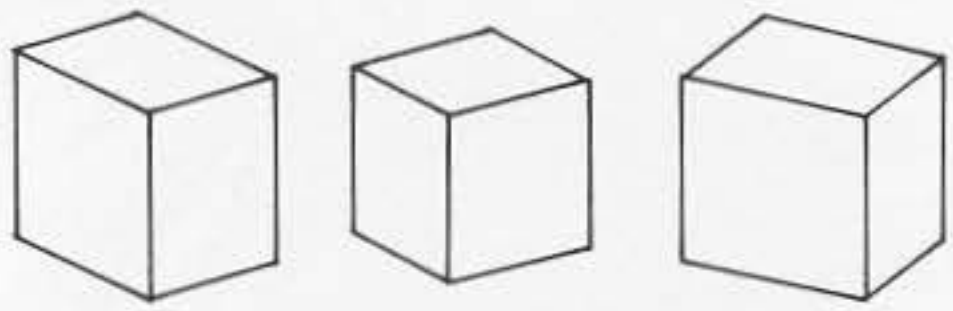


163

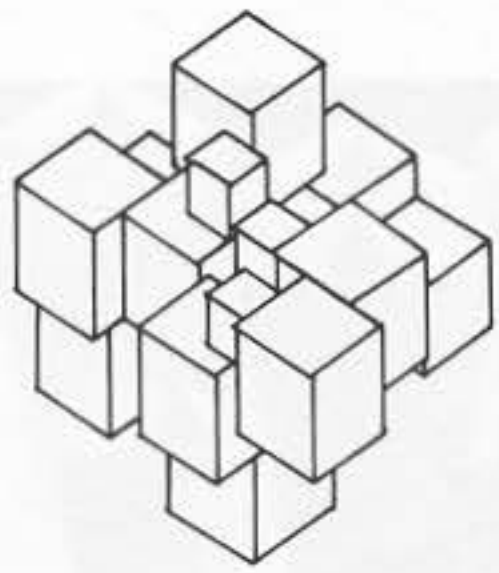
164



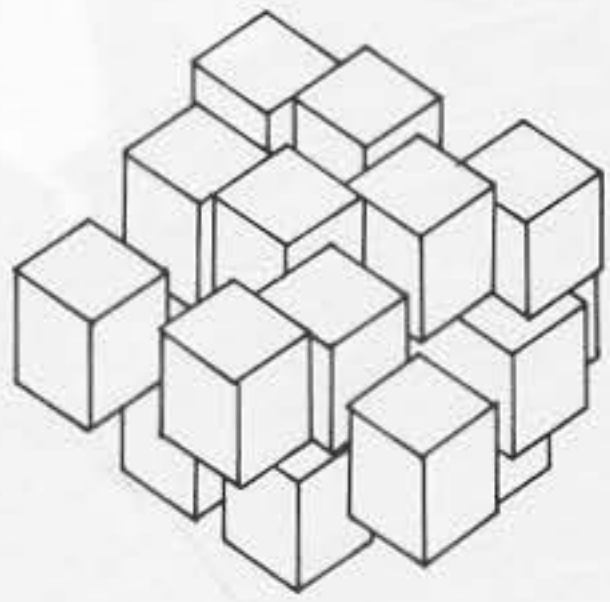
165



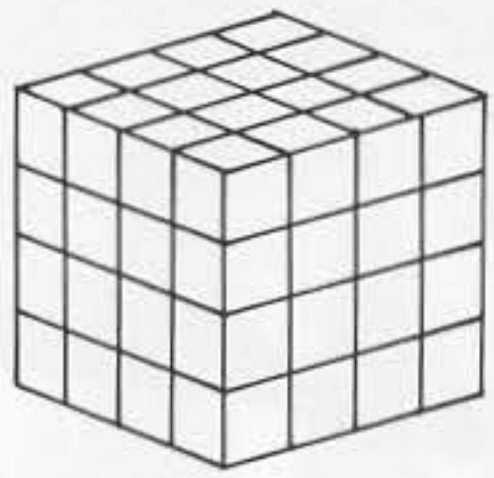
166



167



168



5. Repetición

Repetición de módulos

La repetición de módulos ha sido brevemente mencionada en el capítulo 1 de esta segunda parte. Hemos visto asimismo que muchos de los ejemplos ilustrados en los capítulos 2, 3 y 4 contienen módulos en repetición.

En el sentido más estricto, la repetición de módulos supone que todos los elementos visuales de los módulos —figura, tamaño, color y textura— sean los mismos (fig. 164).

En un sentido amplio, el color o la textura idénticos entre los módulos constituye una repetición. Desde luego, los módulos deben relacionarse entre sí por similitud o por gradación de figura, y de otra manera no podrían ser agrupados con módulos (fig. 165).

La figura, en todo caso, es el elemento visual esencial cuando hablamos de módulos. Así, cuando hablamos de repetición de módulos, la repetición de la figura ha de estar siempre incluida. Aporta una inmediata sensación de unidad, incluso aunque los módulos puedan estar dispuestos de manera informal (fig. 166).

La unidad visual queda reforzada cuando los módulos son repetidos en figura y en tamaño (fig. 167).

Si se desea un alto grado de regularidad en la organización, los módulos pueden ser reunidos en un diseño guiado por una estructura de repetición (fig. 168).

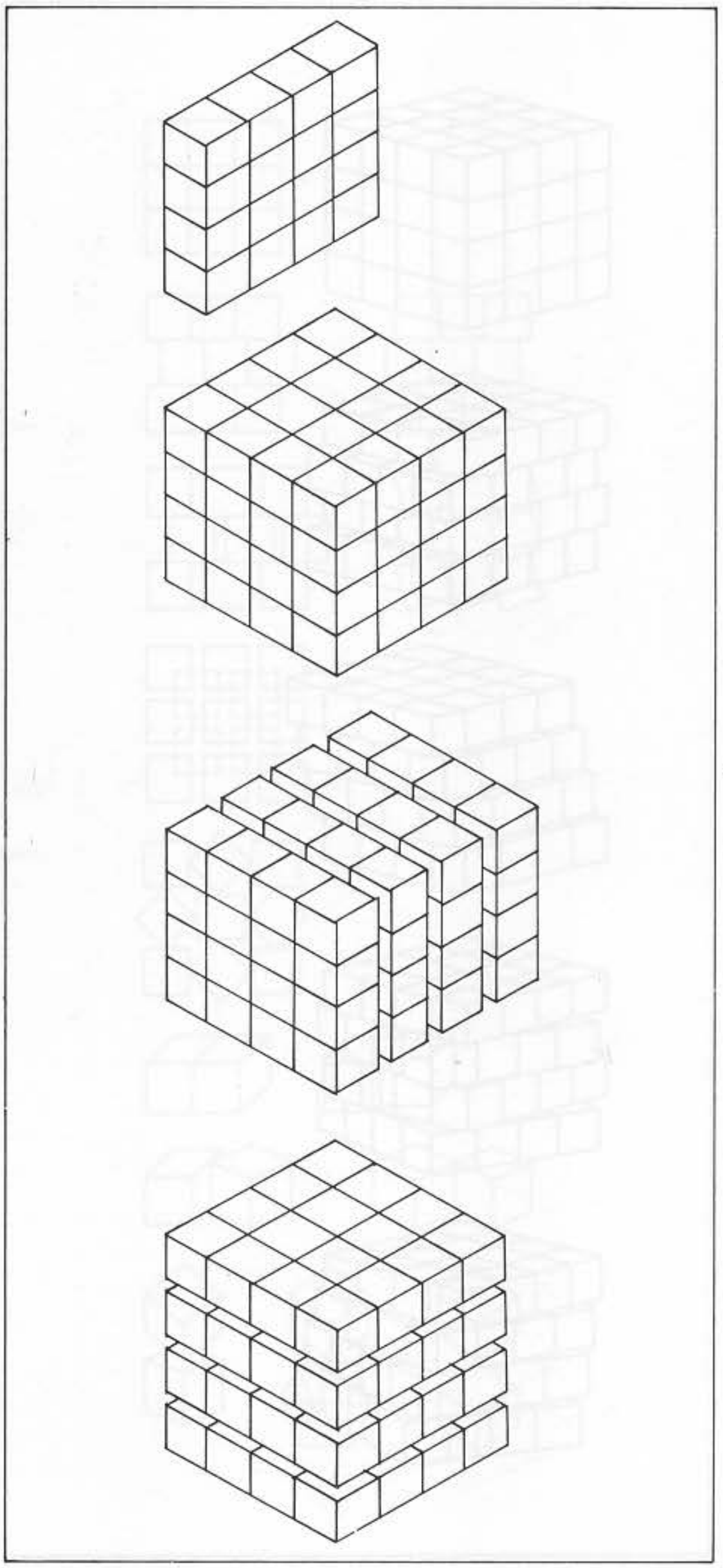
Estructura de repetición

La estructura de pared descrita en el capítulo 3 de esta parte es ya una clase de estructura de repetición, excepto porque su naturaleza es bi-dimensional (fig. 169).

Para obtener una verdadera estructura tri-dimensional, esa estructura de pared puede ser ampliada hacia adelante y hacia atrás. De esta manera, no sólo da una visión frontal sino que puede ser vista debidamente desde todos los lados (fig. 170).

Podemos definir una estructura de repetición como aquella en que los módulos, o las células espaciales que los contienen, se reúnen en una secuencia y un esquema regulares, con lo que todos se relacionan entre sí de la misma manera.

No es fácil ilustrar sobre el papel los diversos tipos de estructura de repetición en el diseño tri-dimensional. La manera más fácil es analizar tales estructuras en términos de capas verticales o capas horizontales. Las capas verticales u horizontales son en realidad una misma cosa en la mayor parte de los diseños simétricos, que pueden ser puestos de costado para obtener una visión diferente (fig. 171).

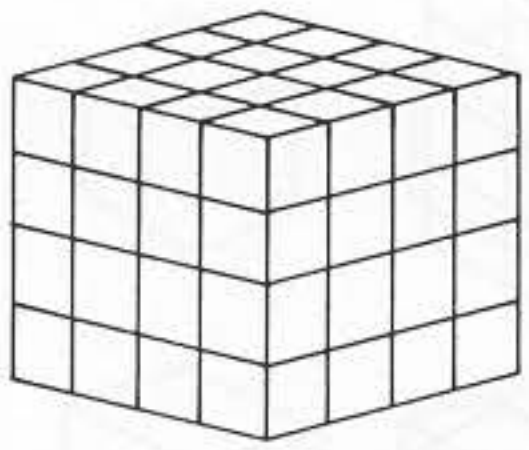


169

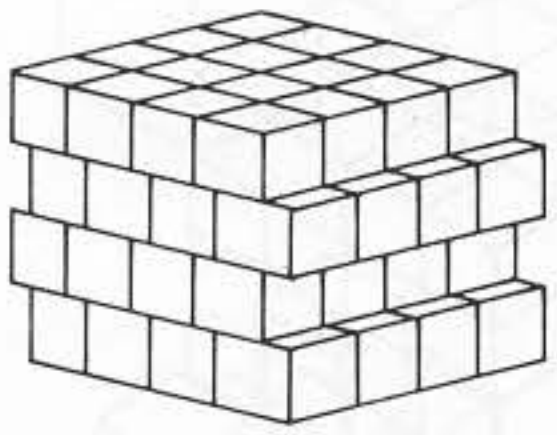
170

171

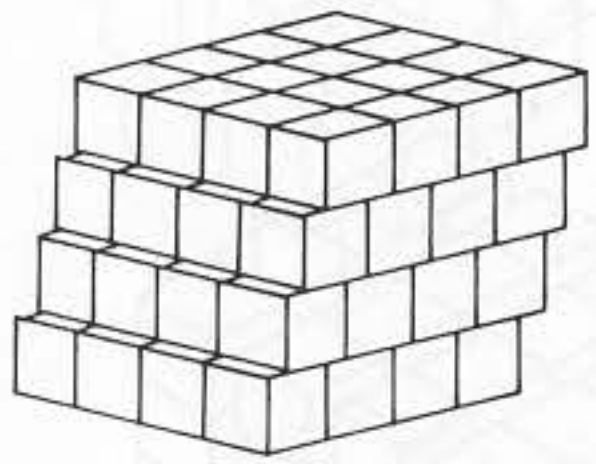
172



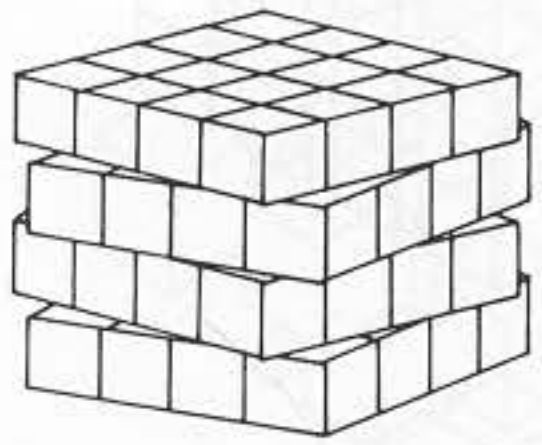
173



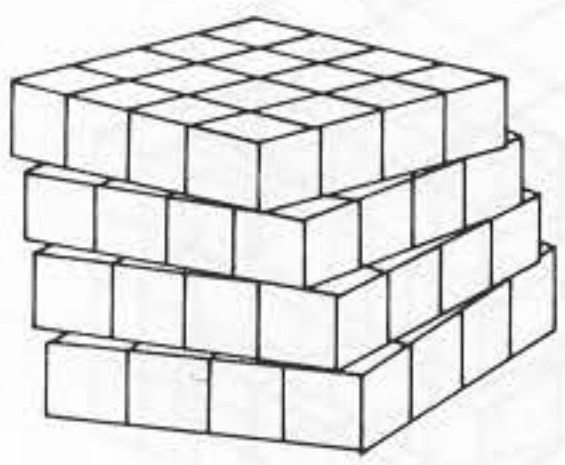
174



175



176



Disposición de las capas

Para ilustrar la organización de una estructura de repetición, comencemos por disponer cuatro capas de células espaciales o de módulos.

El arreglo más simple es que cada capa esté directamente encima de su vecina (fig. 172).

Después movemos las posiciones de capas alternadas (fig. 173).

O podemos disponerlas en una gradación de posición (fig. 174).

La variación de dirección es también posible. Pueden modificarse las direcciones de capas alternadas (fig. 175).

O podemos disponer las capas en una gradación de dirección (fig. 176).

Organización dentro de cada capa

Dentro de cada capa hay numerosas maneras de disponer los módulos, y pueden disponerse en forma distinta los de capas alternadas. Hemos ilustrado nueve células espaciales o módulos en una capa para explorar las diversas posibilidades. Primero los disponemos en tres filas, colocándolos totalmente juntos entre sí (fig. 177).

Pueden moverse las posiciones de las filas (fig. 178).

Puede haber intervalos entre las células espaciales o los módulos (fig. 179).

Si las células espaciales o módulos no se tocan entre sí, la capa adyacente puede ser dispuesta de manera distinta, para ayudar a mantener en posición las células espaciales o módulos de la primera capa (fig. 180).

Puede introducirse la variación de dirección entre las células espaciales o módulos (fig. 181).

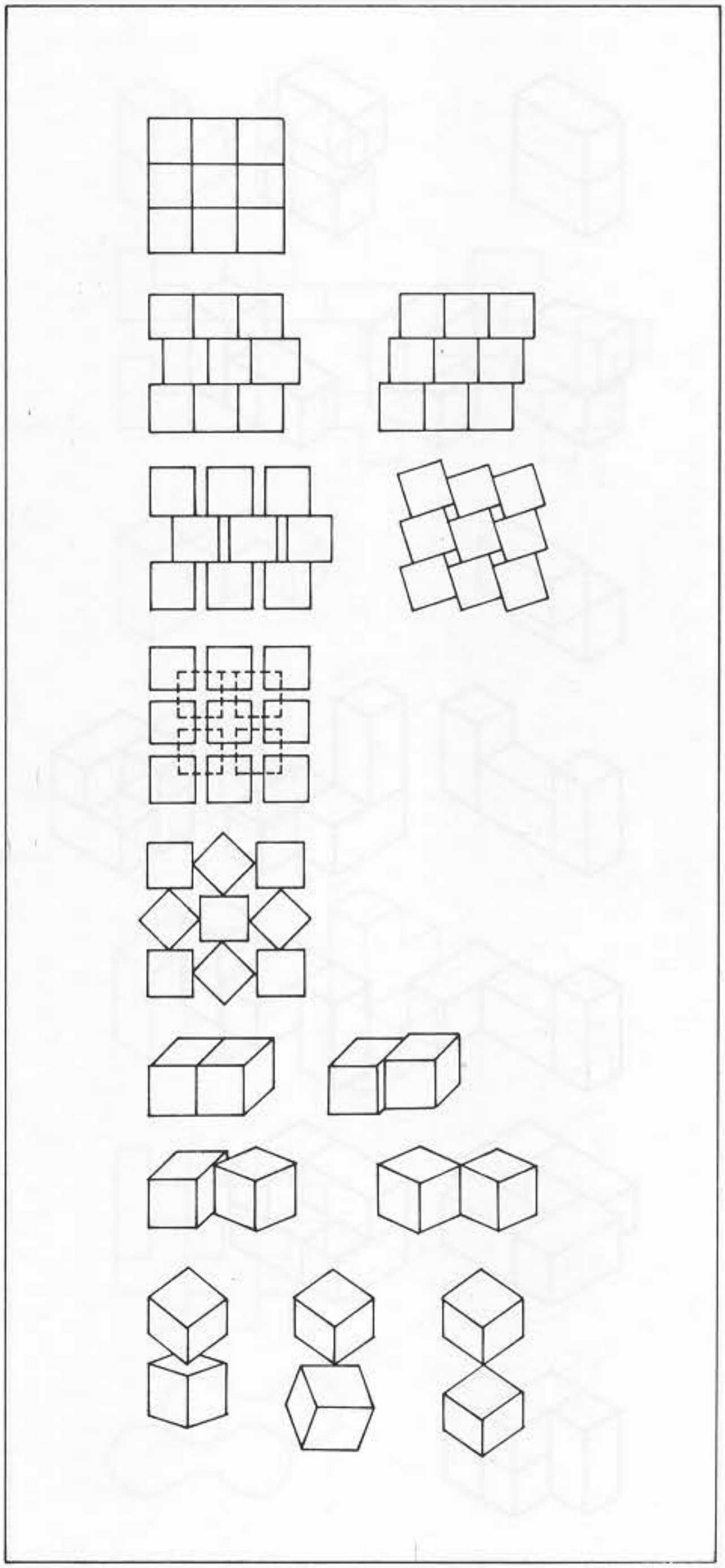
Unión de módulos

Las células espaciales, que habitualmente son de figuras geométricas simples, pueden ser unidas entre sí por contacto entre caras, pero los módulos, cuando son usados sin células espaciales, pueden ser de ciertas figuras o estar en posiciones que exijan diversas clases de unión.

El contacto entre caras da ciertamente la unión más firme. Puede tratarse de un contacto total de caras o de un contacto parcial de caras (fig. 182).

Los contactos de filo-cara y de filo-filo son más débiles y pueden dar uniones flexibles (fig. 183).

Los contactos vértice-cara, vértice-filo y vértice-vértice por lo general son difíciles de controlar, y debe ponerse cuidado si tales uniones son necesarias (fig. 184).



177

178

179

180

181

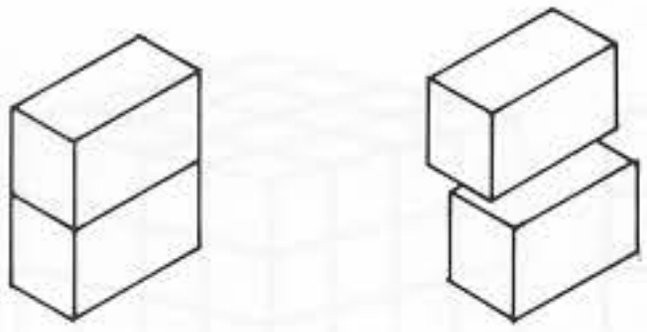
182

183

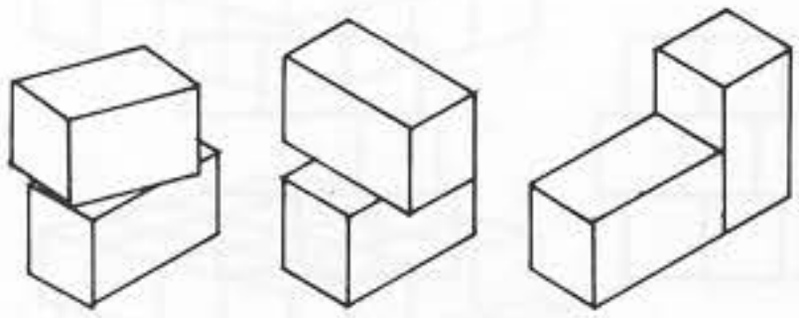
184

185

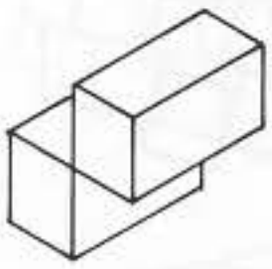
186



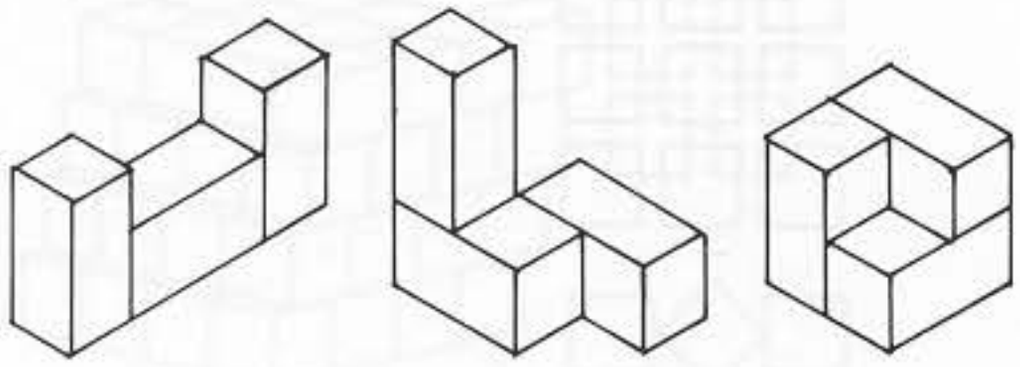
187

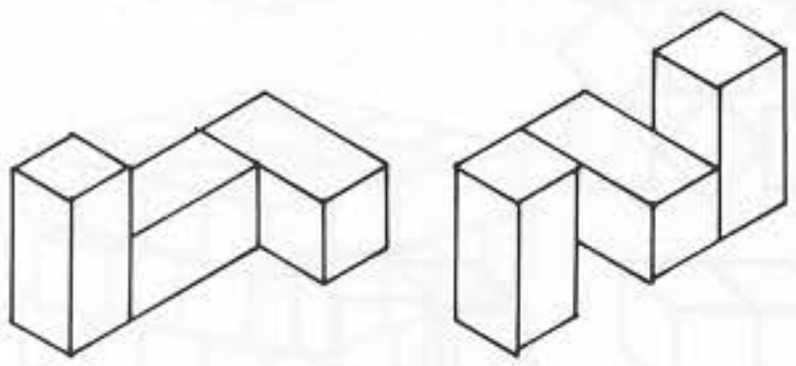


188

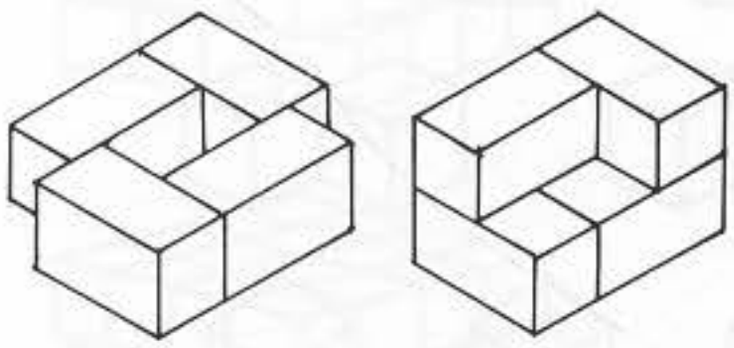


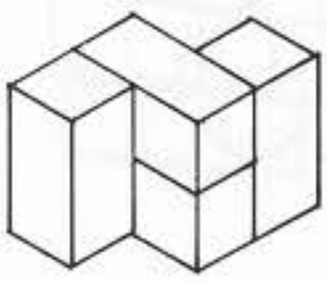
189





190





Prismas cuadrados como módulos o células espaciales

La estructura se hace un poco más compleja si el módulo o la célula espacial continente no es un cubo de tres dimensiones iguales. Hemos ilustrado como ejemplo un prisma cuadrado, para ver de cuántas maneras pueden unirse dos o más de estas unidades.

Ciertamente podemos poner una sobre la otra, con un contacto entre caras (fig. 185).

Podemos poner una sobre otra sin alinear sus filos (fig. 186).

Los dos prismas pueden ser orientados en diferentes direcciones (fig. 187).

Pueden tener un contacto de filo a filo (fig. 188).

Tres prismas pueden formar figuras más complicadas (fig. 189).

Cuatro dan mayores posibilidades de combinaciones interesantes (fig. 190).

Una vez que se establece la relación entre dos o más prismas, la figura resultante puede ser repetida en una estructura de repetición.

Módulo o célula espacial en forma de L

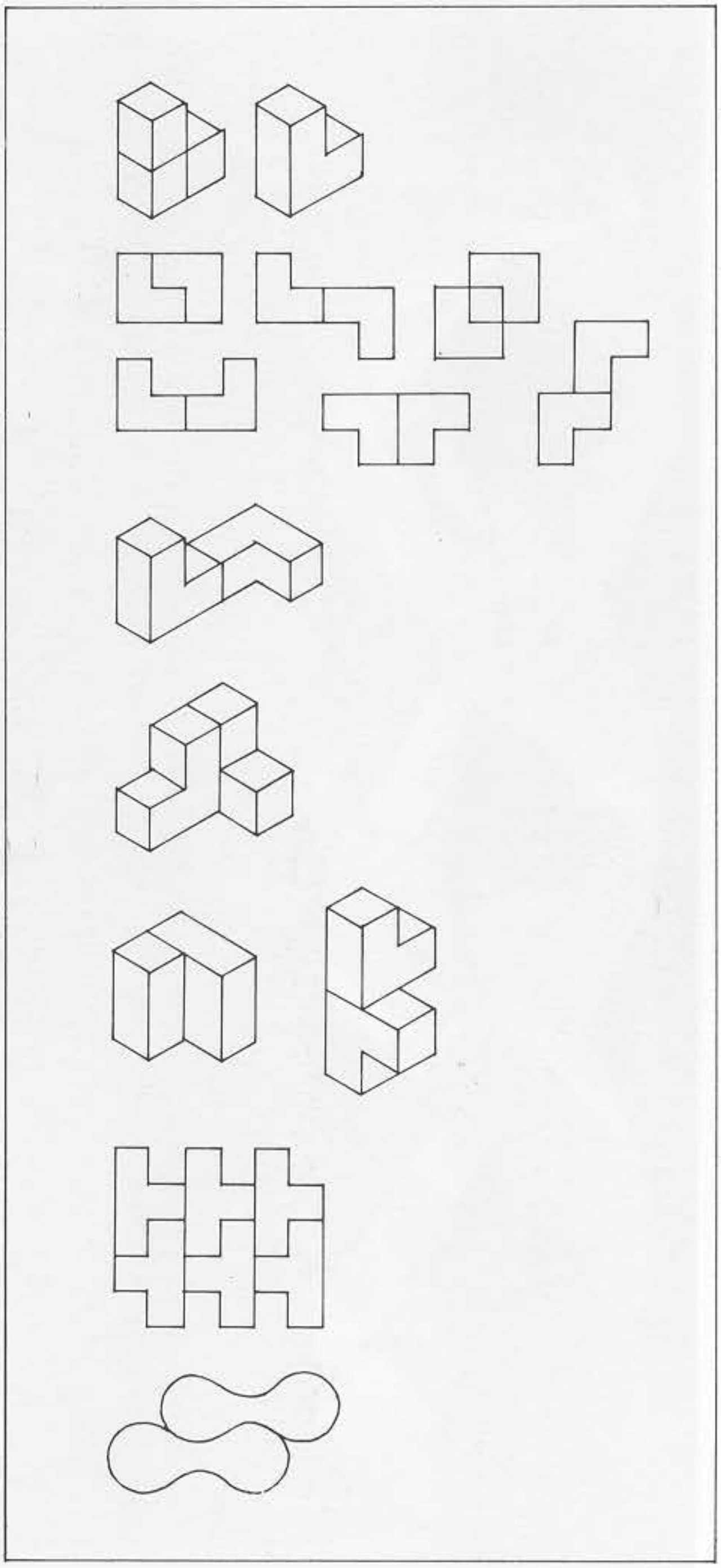
El prisma cuadrado básico que hemos visto puede estar compuesto por dos cubos. Con tres cubos se hace una figura básica de L, que tiene un ángulo recto y dos brazos que apuntan hacia direcciones diferentes.

Con un módulo o célula espacial en forma de L, las posibilidades de construcción pueden ser un desafío (fig. 191).

Primero podemos estudiar la figura de L como si fuera una figura lisa, para ver cómo dos o más figuras de L se combinan en la formación de figuras nuevas (fig. 192).

Después podemos usar dos o más figuras tri-dimensionales de L, para crear nuevas figuras que son verdaderamente de carácter tri-dimensional (fig. 193).

También aquí, la nueva figura podrá ser repetida en una estructura de repetición.



191

192

193

194

Módulos en una estructura de repetición

Casi todos los módulos son mucho más complicados que el cubo simple, que el prisma cuadrado o aun que la figura L. Al organizar los módulos en una estructura de repetición, deben anotarse los siguientes puntos:

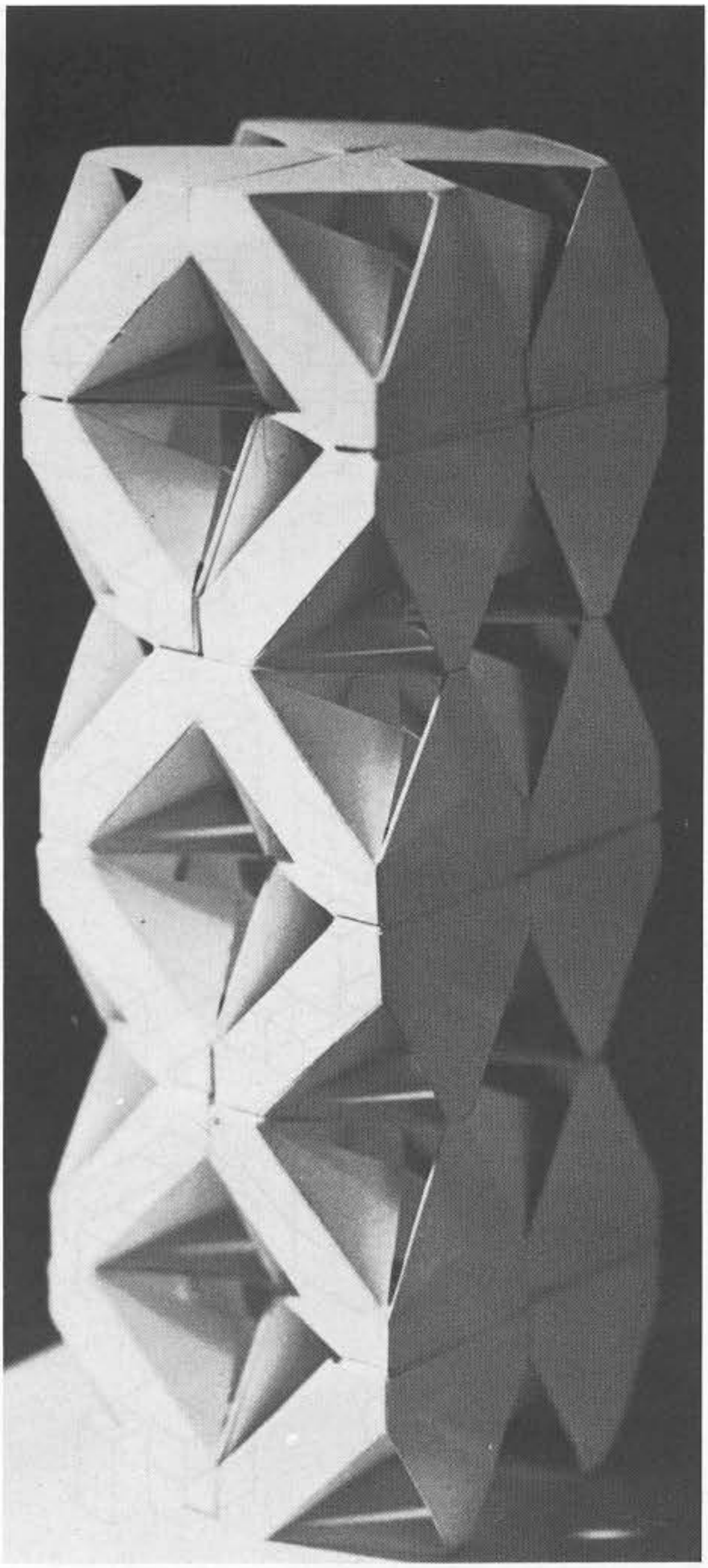
a) Los módulos no pueden flotar en el espacio y deben ser sujetados debidamente. No puede ignorarse la influencia de la gravedad.

b) Debe considerarse la resistencia de la estructura.

c) La visión frontal no debe quedar enfatizada a costa de olvidar las de otros ángulos.

d) Los módulos pueden trabarse o interpenetrarse entre sí. El espacio existente entre los módulos de una capa puede ser ocupado por los módulos de la capa vecina. La concavidad y la convexidad pueden complementarse entre sí (fig. 194).

195

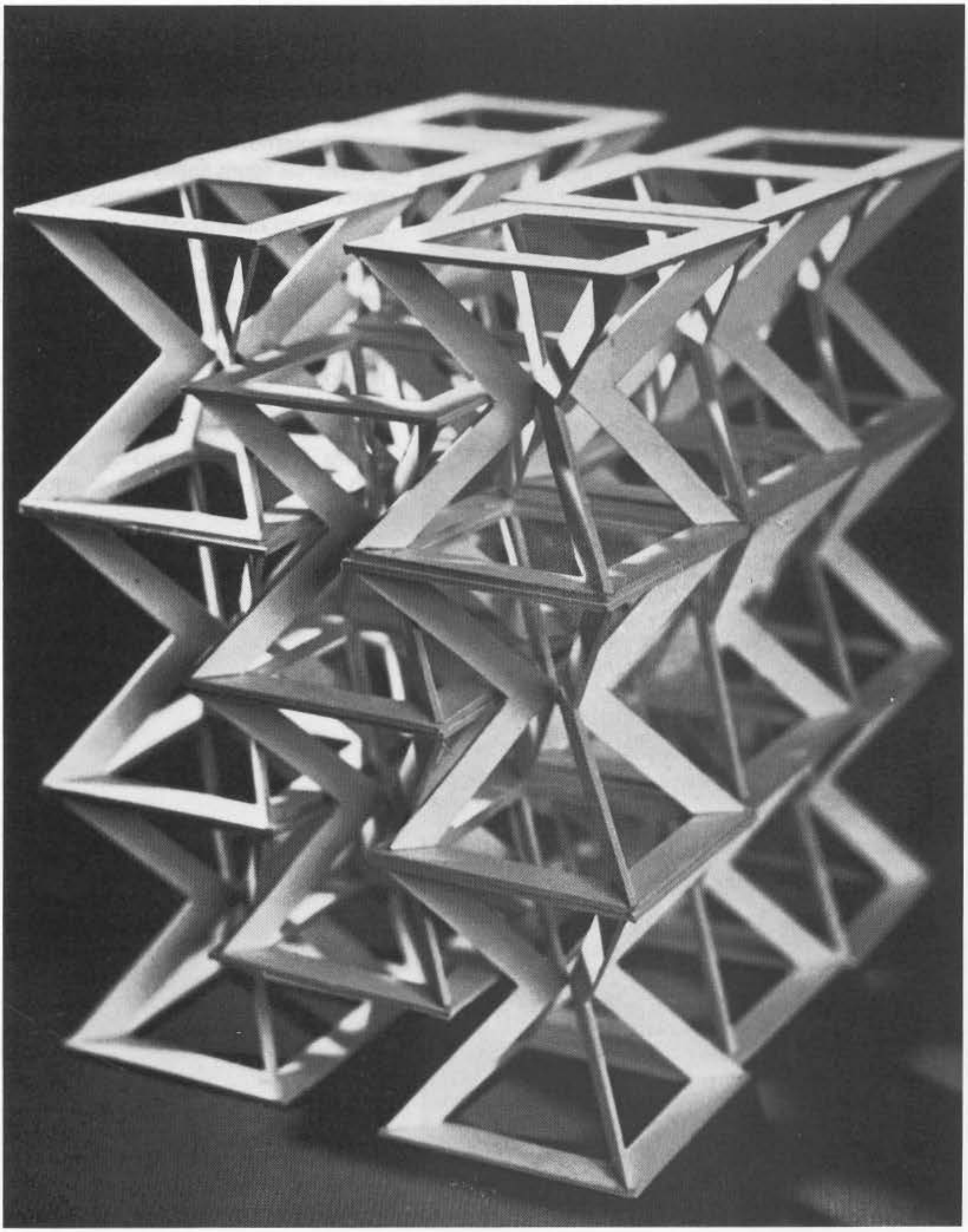


Las figuras 195 a 202 ilustran la repetición de módulos (incluyendo todos los elementos visuales) en una estructura de repetición.

Figura 195. Hay seis capas horizontales, cada una de las cuales contiene cuatro módulos. Cada módulo ha sido desarrollado a partir de un cubo.

Figura 196. Los módulos de este diseño también han sido desarrollados a partir de un cubo. Cada módulo tiene un cuadrado arriba y abajo, pero una cintura muy estrecha. Hay tres capas verticales, y es interesante señalar cómo la central ha sido ajustada en el espacio negativo que dejan las de izquierda y derecha.

196



197

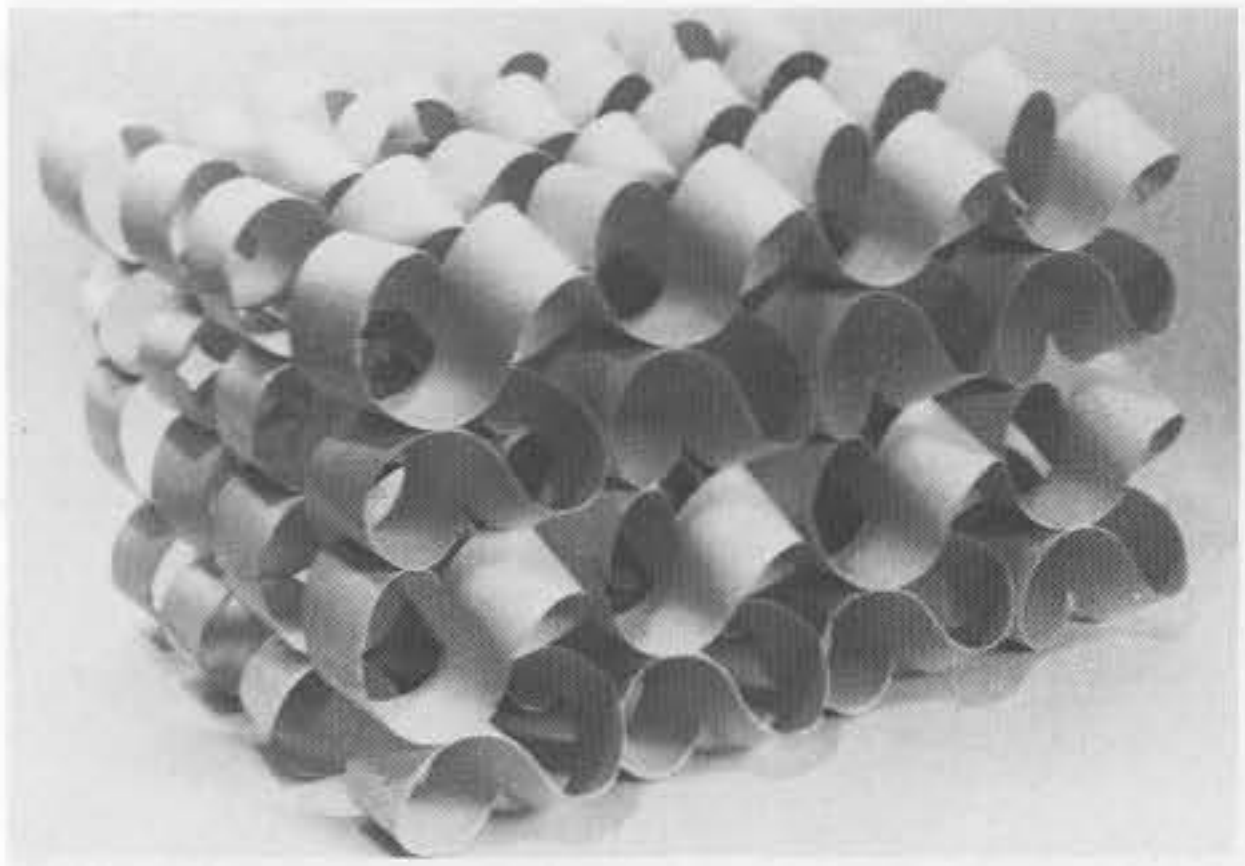


Figura 197. Este diseño se compone de cuatro capas horizontales. Cada módulo ha sido hecho con una tira de cartón delgado, que en los extremos se separa en dos bandas angostas. En cada extremo, las bandas se enroscan y unen. La figura final se asemeja a un número 8 puesto de costado.

198

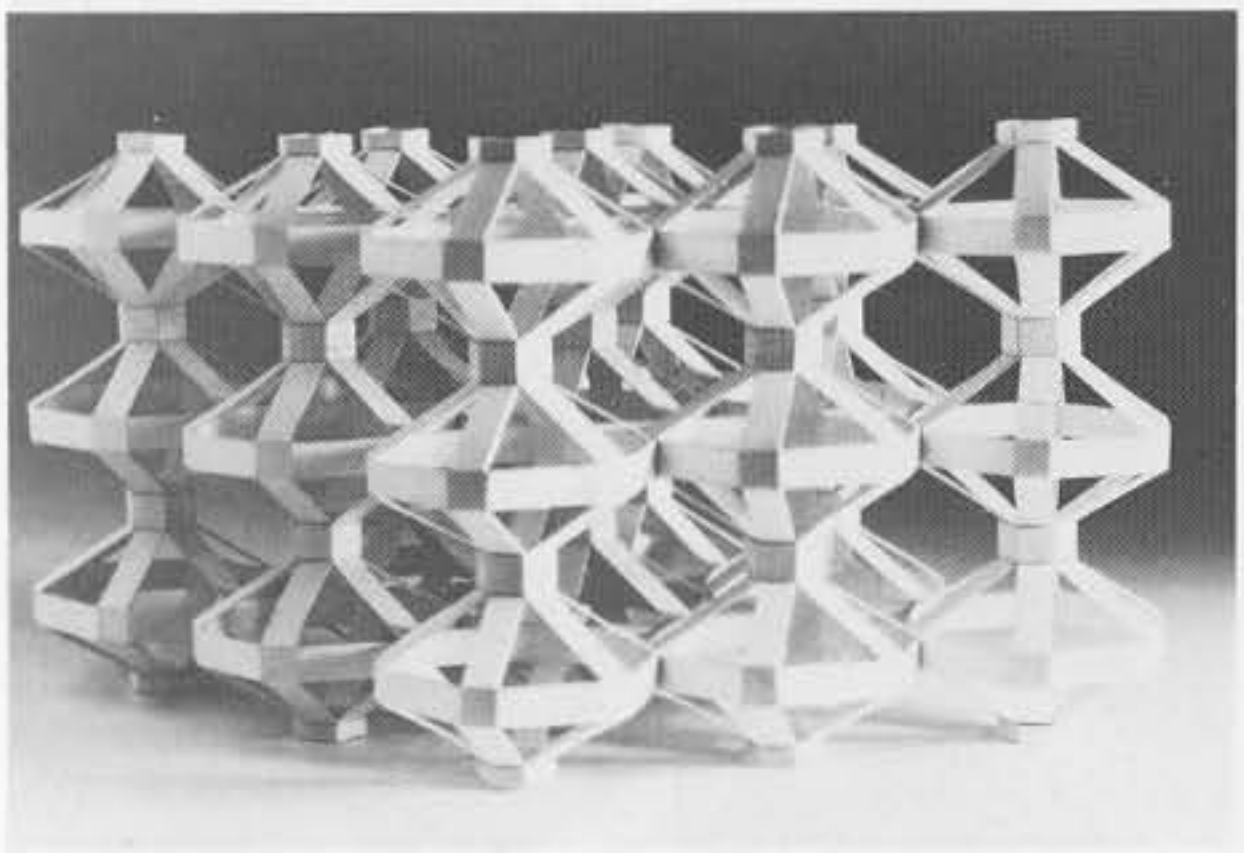


Figura 198. La visión plana de cada módulo es un hexágono. La visión lateral es un rombo. Los módulos se unen entre sí por los vértices, que no son aguzados sino achatados. Hay tres capas horizontales, con nueve módulos en cada una.

199

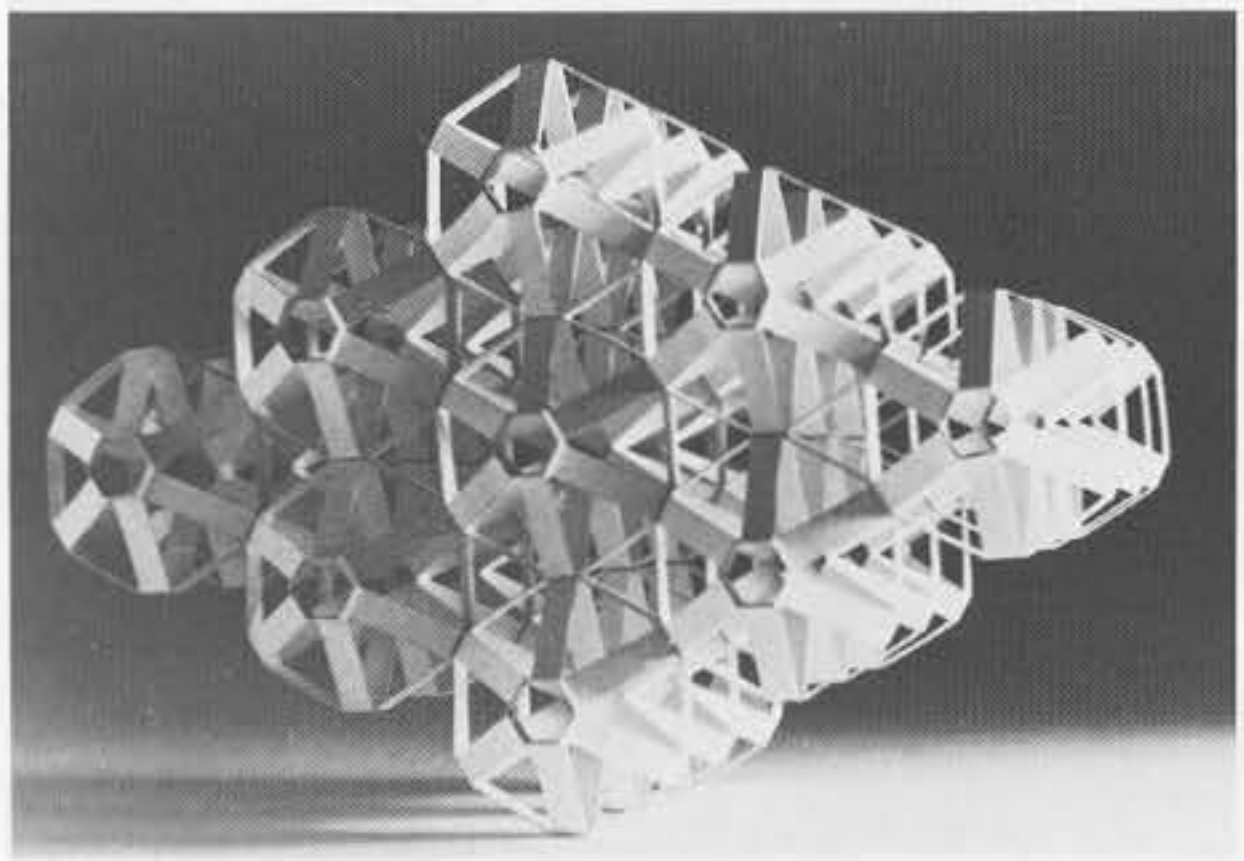
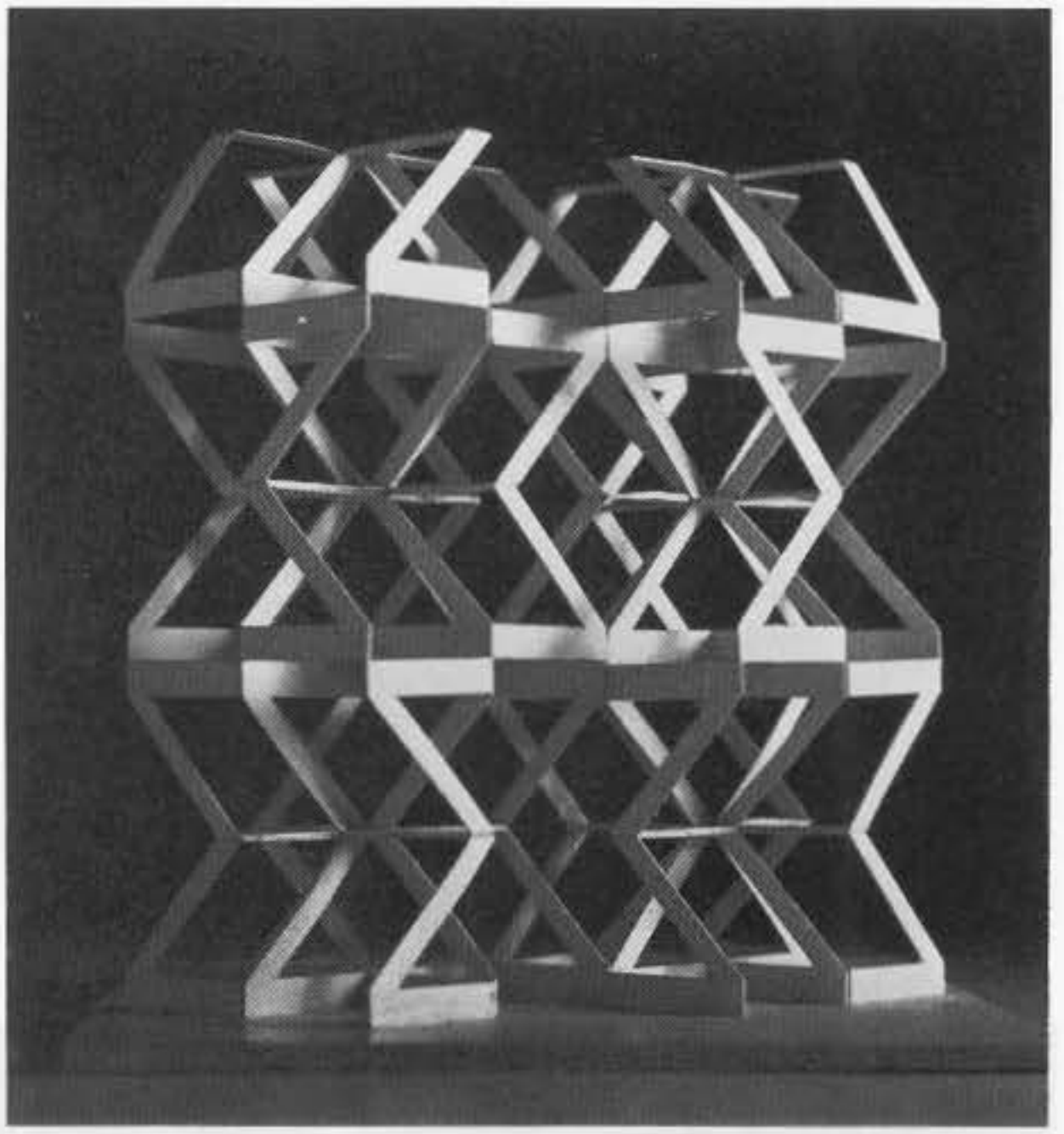


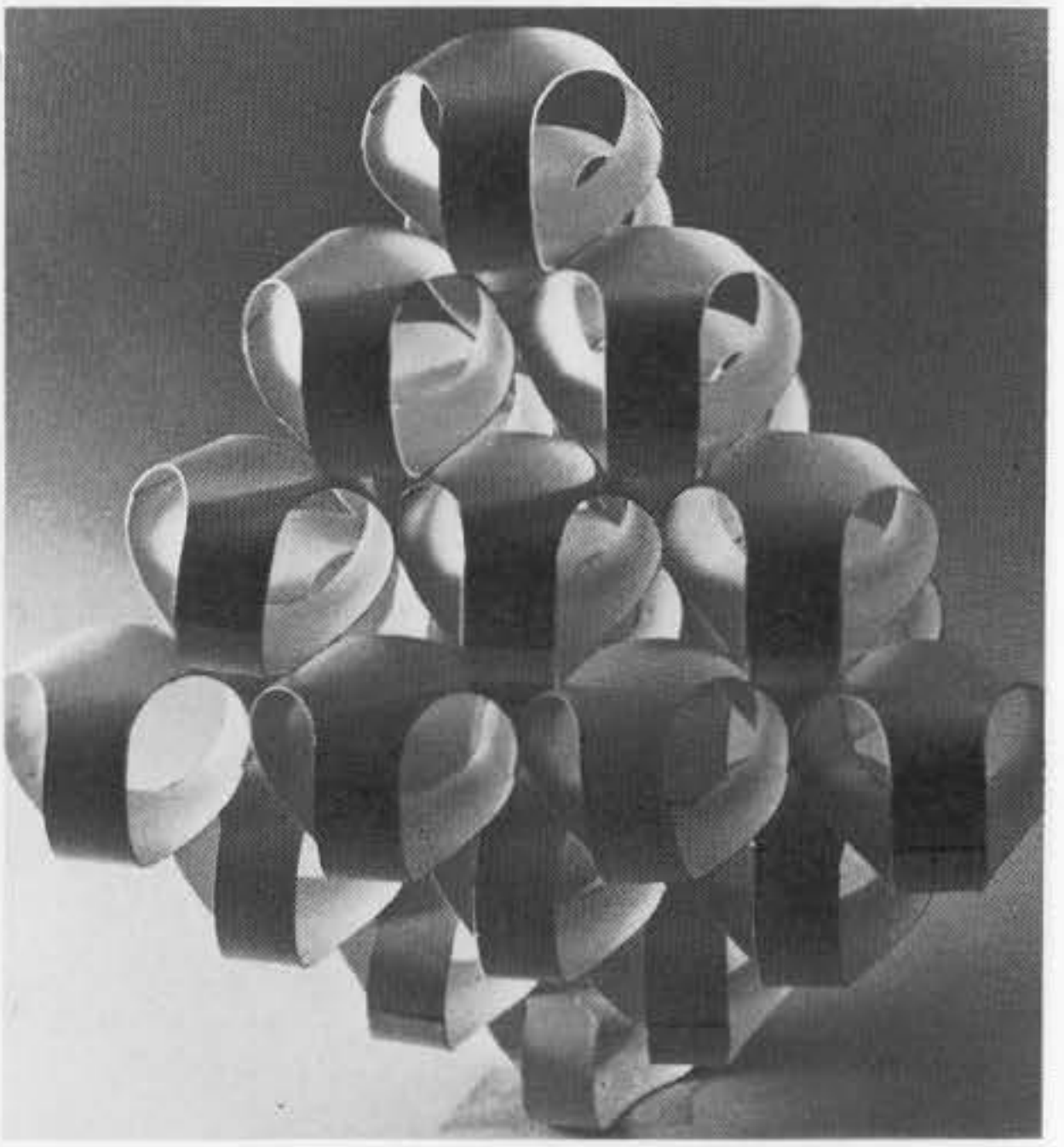
Figura 199. Otro ángulo de la figura 198. La visión desde arriba es ahora la lateral.

Figura 200. El módulo se asemeja aquí a la letra X o a la Z, y deriva de un cubo hueco, con planos laterales parcialmente cortados y eliminados. En el conjunto hay cinco capas horizontales.



200

Figura 201. Un plano chato en forma de Y ha sido usado para la construcción del módulo esférico. Para conseguirlo, los tres brazos de la Y se curvan y unen entre sí. El diseño ha sido construido con siete capas horizontales, pero la cantidad de módulos para cada capa está en gradación.



201

202

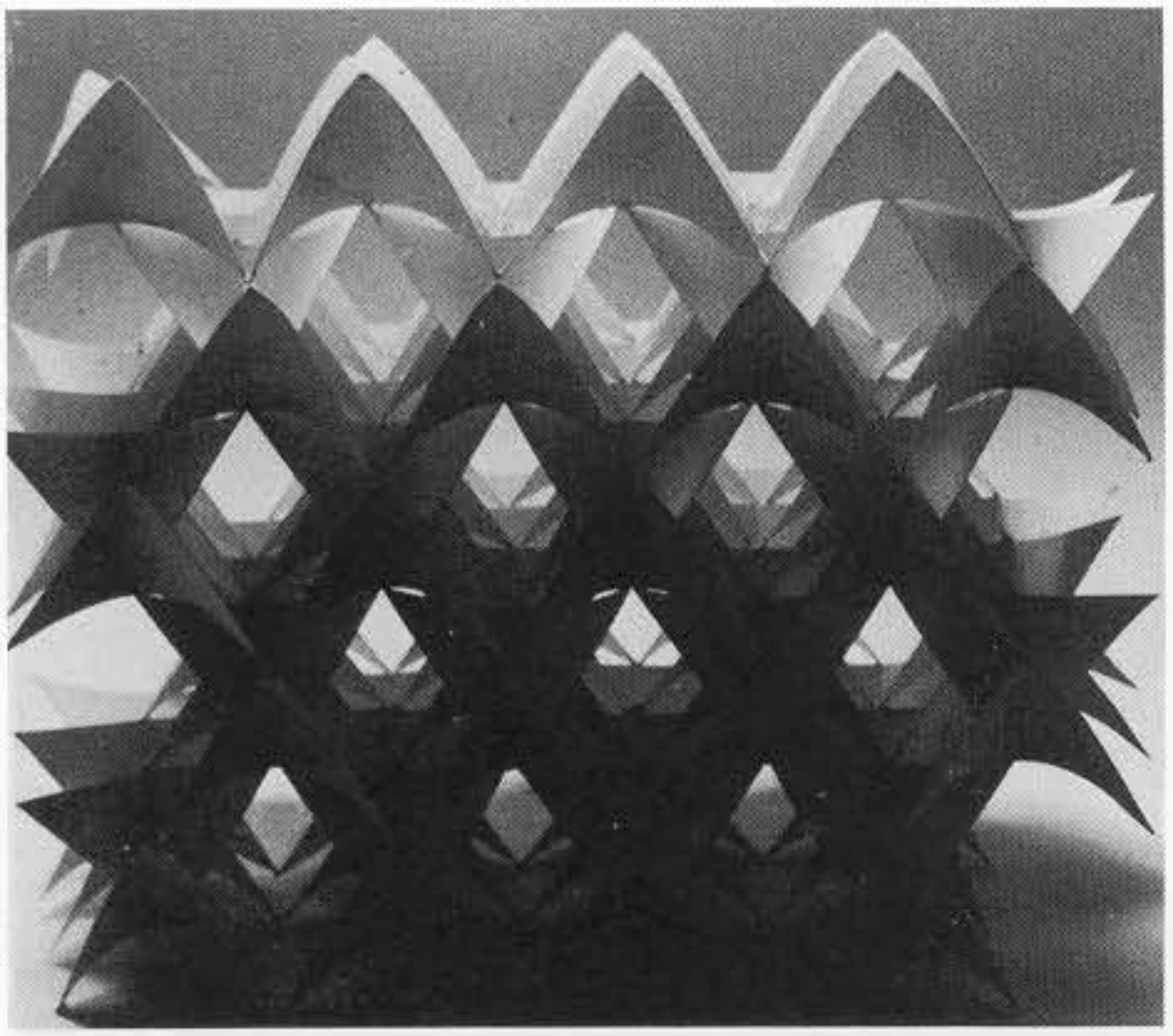
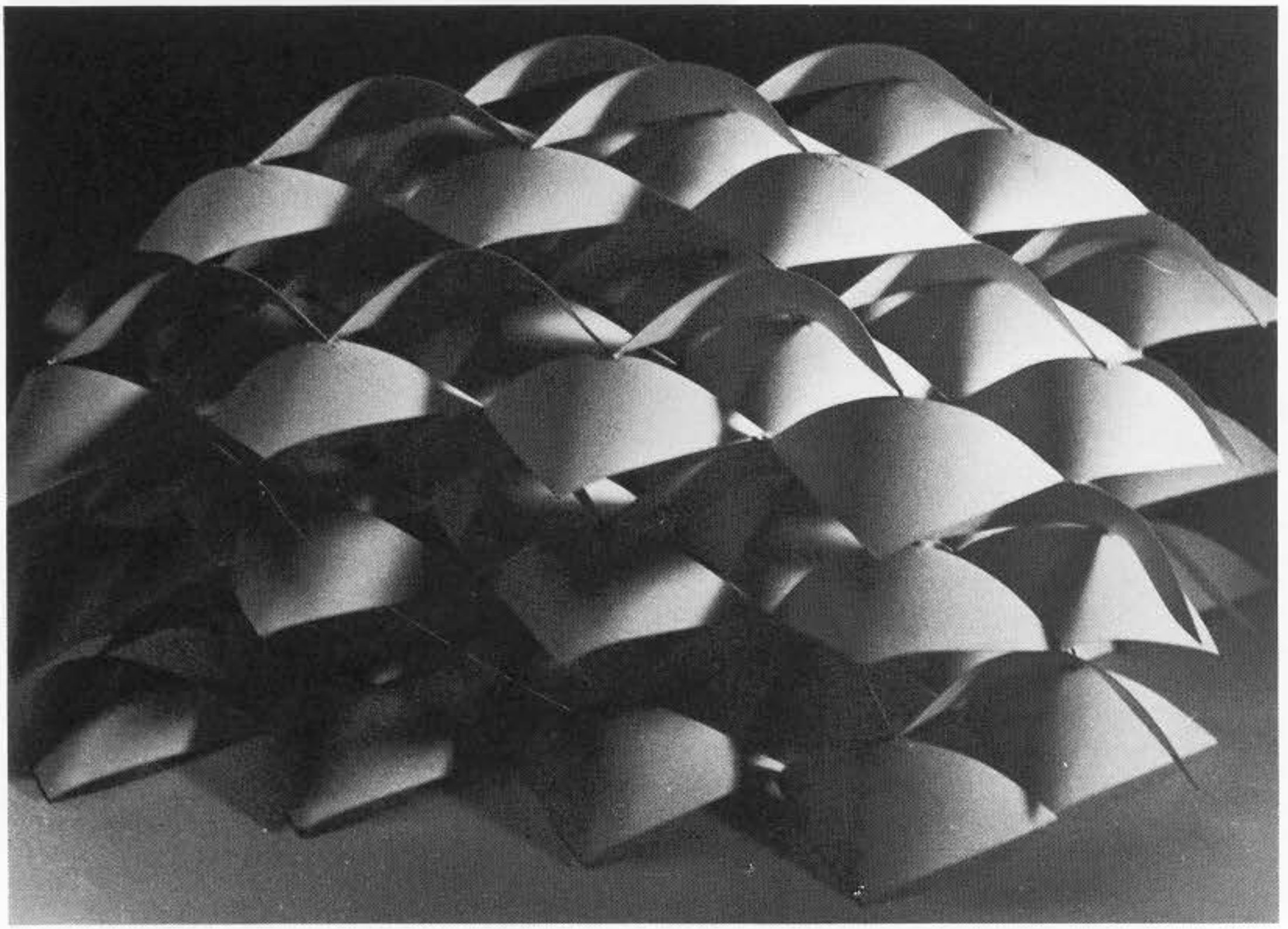


Figura 202. El módulo de este diseño es notablemente simple. Es una pieza triangular que ha sido ligeramente combada. La unión fue hecha por contacto vértice a vértice, o vértice a cara. La estructura puede ser bastante frágil, pero da al diseño un efecto atractivamente delicado.

Figura 203. Éste es un ángulo diferente de la figura 202.

203



6. Estructuras poliédricas

Los sólidos platónicos

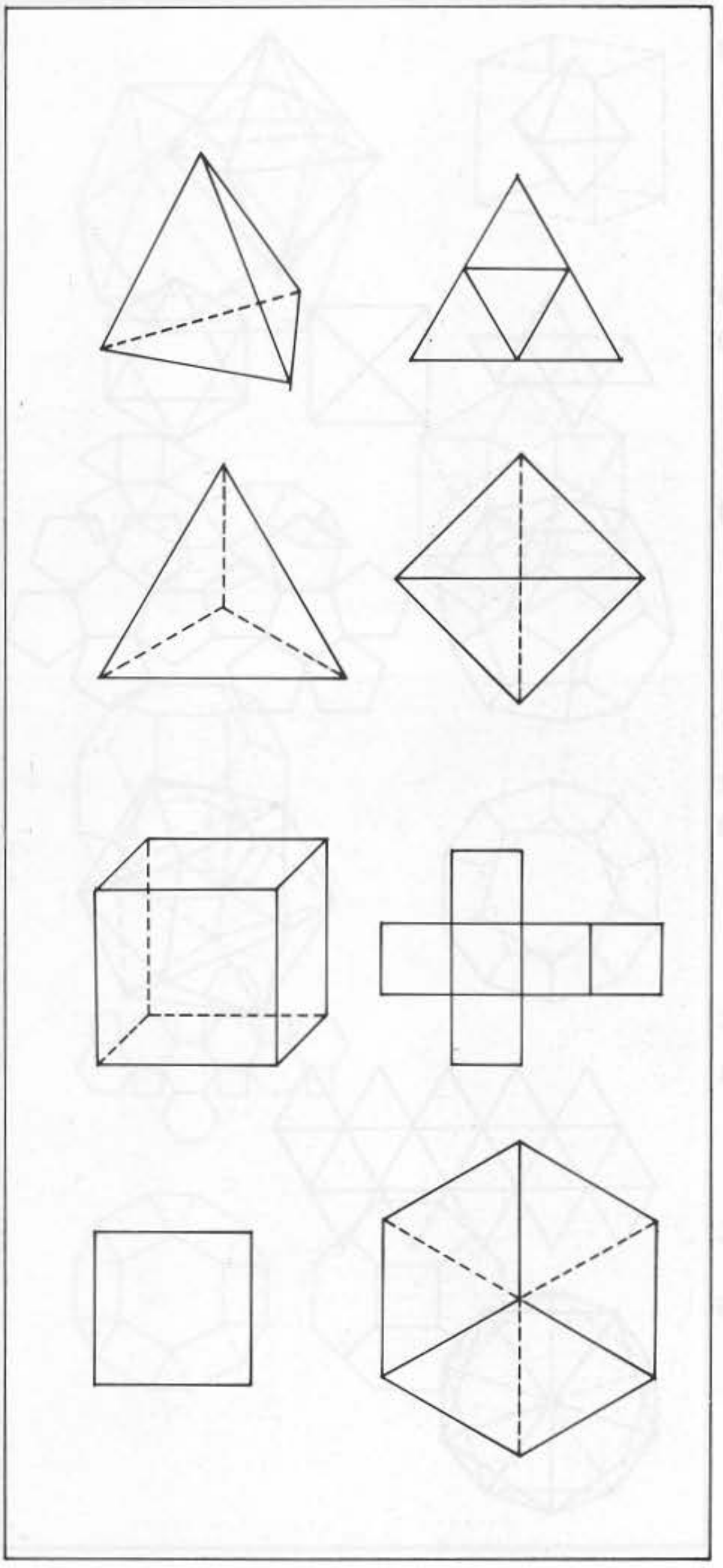
Los poliedros son figuras fascinantes, que pueden ser adoptadas como estructuras básicas en el diseño tri-dimensional. Entre ellos hay cinco sólidos geométricos, fundamentales y regulares, que son de primordial importancia. Como grupo se los conoce con el nombre de sólidos platónicos e incluyen el tetraedro (cuatro caras), el cubo (seis caras), el octaedro (ocho caras), el dodecaedro (doce caras) y el icosaedro (veinte caras). Cada uno de ellos está construido de caras regulares, todas iguales, y sus vértices son ángulos poliédricos regulares.

El tetraedro contiene cuatro caras, cuatro vértices y seis filos. Cada cara es un triángulo equilátero (fig. 204).

Si descansa sobre una de sus caras, la visión frontal es un triángulo equilátero. Si descansa sobre uno de sus filos, de una manera bastante inestable, su visión frontal es, inesperadamente, un cuadrado (fig. 205).

El tetraedro es el más simple de los sólidos platónicos, pero es la estructura más fuerte que puede construir el hombre.

El cubo es la figura más conocida entre los sólidos platónicos. Lo hemos mencionado frecuentemente, desde el comienzo de este libro. Contiene las tres direcciones primarias y es indispensable para establecer las tres visiones básicas (véase capítulo 1).



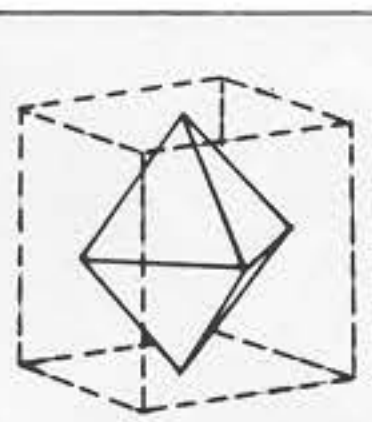
204

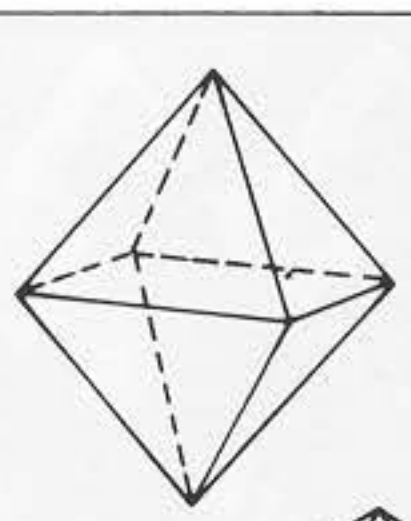
205

206

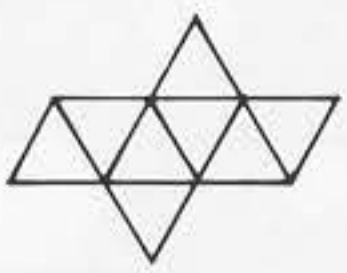
207

208

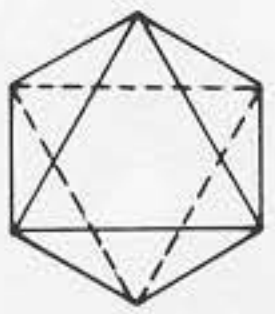




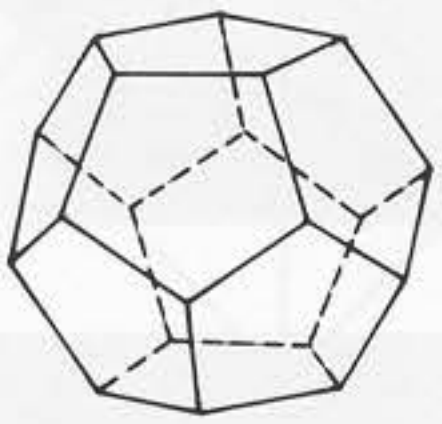
209

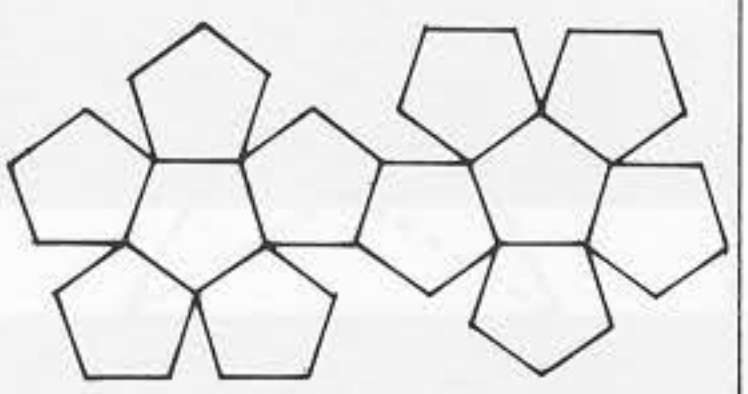


210



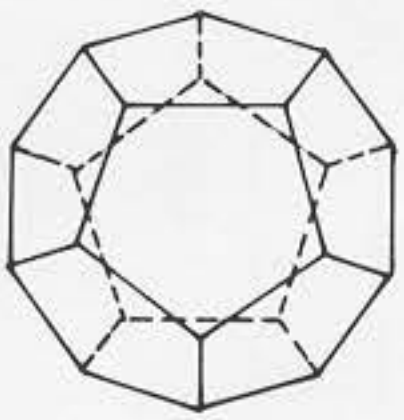
211

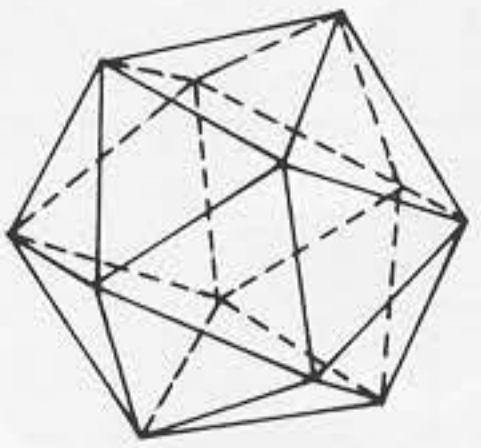




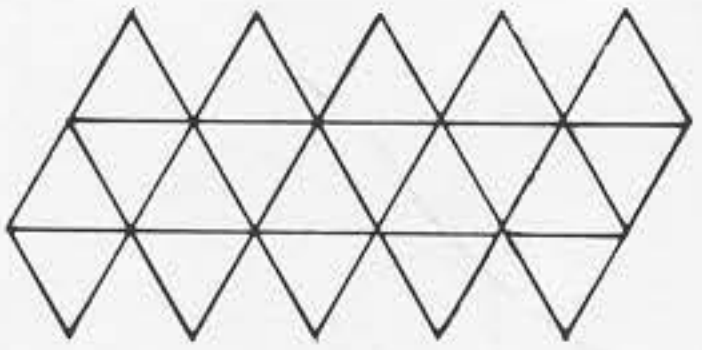
212

213

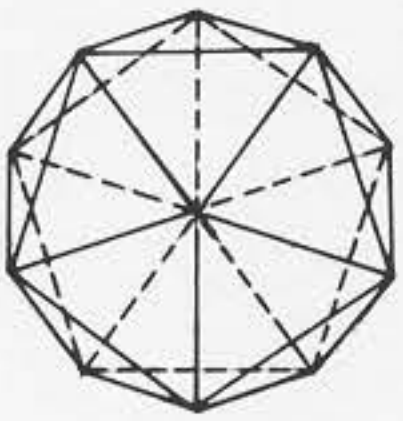




214



215



En un cubo hay seis caras, ocho vértices y doce filos. Cada cara es un cuadrado. Todos los ángulos son rectos (fig. 206).

Si descansa sobre una de sus bases, la visión frontal es la de un cuadrado. Si descansa sobre uno de sus vértices, la visión frontal es un hexágono regular (seis lados) (fig. 207).

El octaedro es la duplicación de un cubo. Esto significa que para formar un octaedro, cada vértice del cubo es reemplazado por una cara del octaedro, y cada cara del cubo por un vértice del octaedro (fig. 208).

Un octaedro tiene ocho caras, seis vértices y doce filos. Cada cara es un triángulo equilátero (fig. 209).

Si descansa sobre uno de sus vértices, la visión frontal es la de un cuadrado. Si descansa sobre una de sus caras, la visión frontal es la de un hexágono (seis lados) (fig. 210).

El dodecaedro se compone de pentágonos regulares (de cinco lados). Tiene doce caras, veinte vértices y treinta filos (fig. 211).

Si descansa sobre una de sus caras, la visión plana es la de un decaedro regular (diez lados) (fig. 212).

El icosaedro es el duplicado del dodecaedro. Tiene veinte caras, doce vértices y treinta filos (fig. 213).

Cada cara es un triángulo equilátero, como ocurre con el tetraedro y el octaedro (fig. 214).

Si descansa sobre uno de sus vértices, la visión frontal es la de un decágono regular (diez lados) (fig. 215).

Los sólidos de Arquímedes

Además de los cinco sólidos platónicos, que son poliedros completamente regulares, hay una cantidad de poliedros irregulares que se conocen como sólidos de Arquímedes. Estos poliedros irregulares están construidos asimismo de polígonos regulares. La diferencia entre los sólidos platónicos y los de Arquímedes es que cada sólido platónico se compone de un solo tipo de polígono regular, mientras cada sólido de Arquímedes se compone de más de un tipo de polígono regular.

En total hay trece sólidos de Arquímedes, pero aquí sólo presentamos los más simples e interesantes.

El cubo-octaedro contiene catorce caras, doce vértices y veinticuatro filos (fig. 216).

De las catorce caras, ocho son triángulos equiláteros y seis son cuadrados (fig. 217).

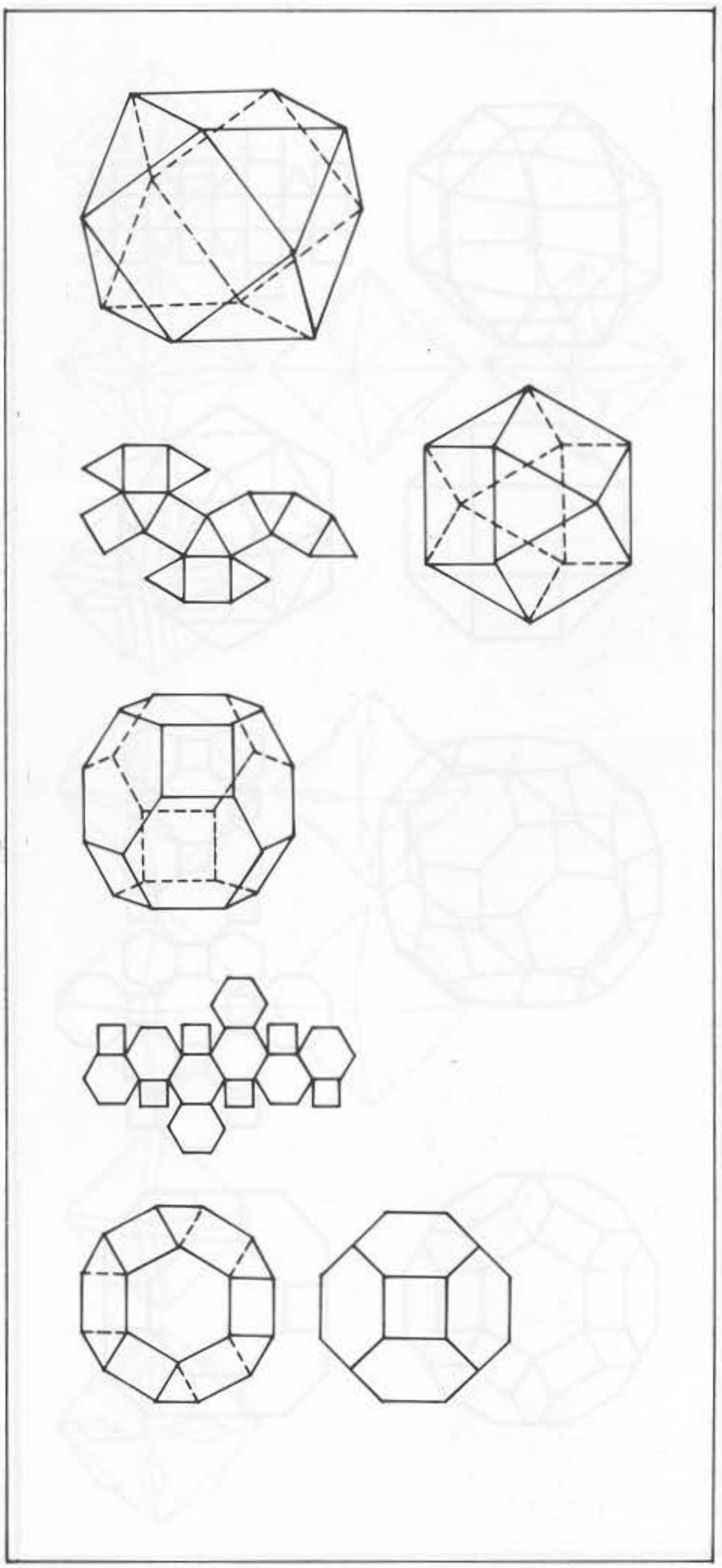
Si descansa sobre una de las caras triangulares, la visión frontal es la de un hexágono (seis caras) (fig. 218).

El octaedro truncado es el que contiene catorce caras, veinticuatro vértices y treinta y seis filos (fig. 219).

Se obtiene cortando los seis vértices de un octaedro y sustituyéndolos por seis caras cuadradas.

De las catorce caras, ocho son hexágonos regulares y seis son cuadrados (fig. 220).

Si descansa sobre una de las caras hexagonales, la visión plana es la de un dodecágono (doce lados) con lados adyacentes desiguales. Si descansa sobre una de las caras cuadradas, la visión plana es la de un octágono (ocho lados) con lados adyacentes desiguales (fig. 221).



216

217

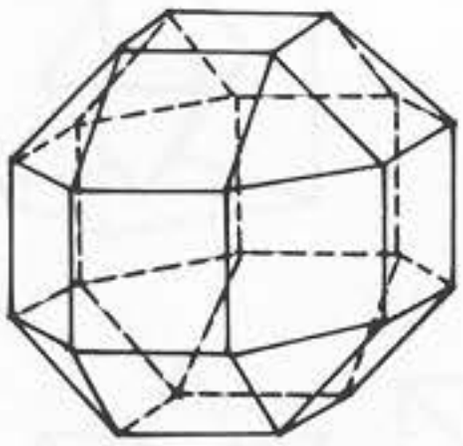
218

219

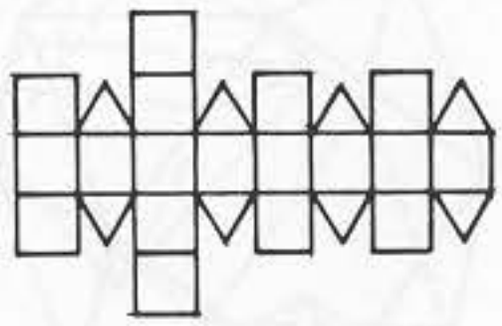
220

221

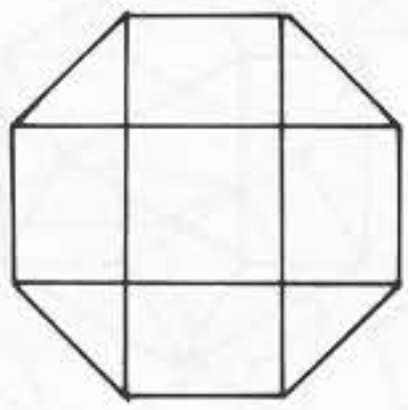
222

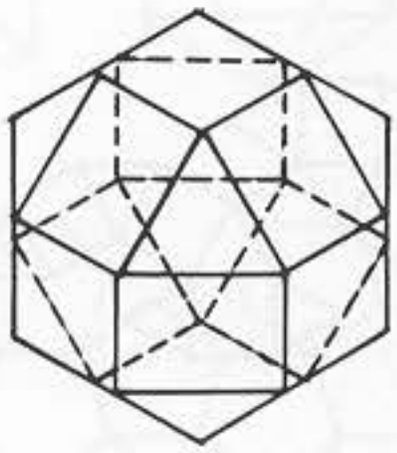


223



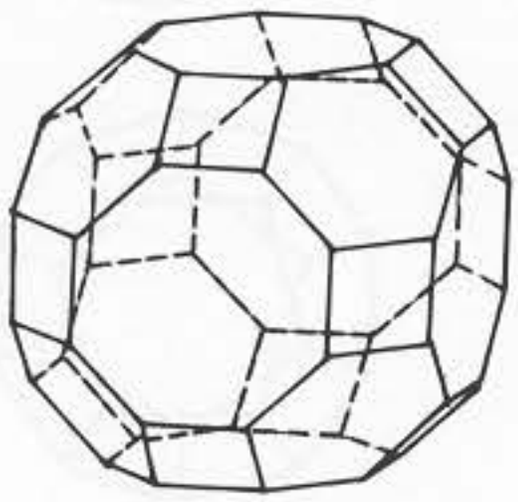
224

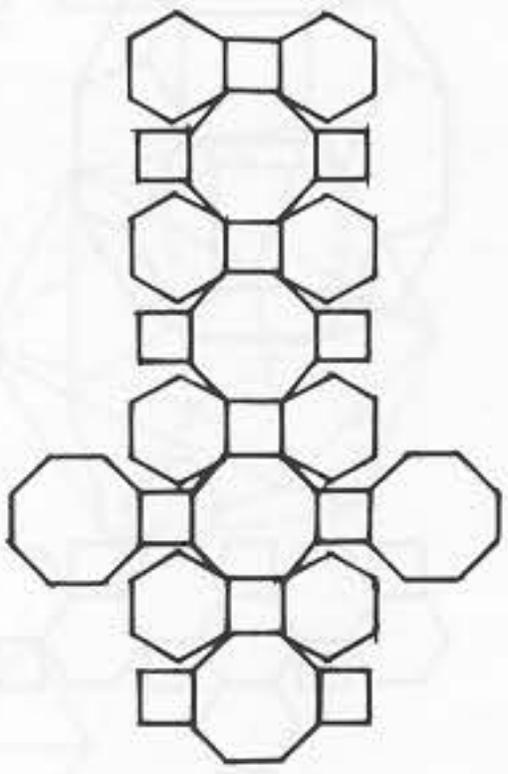




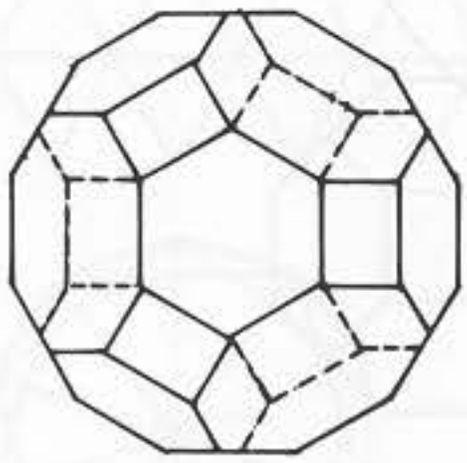
225

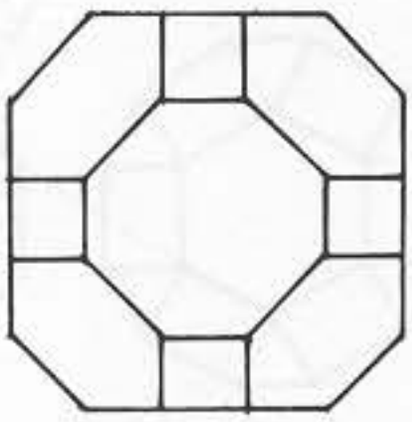
226





227





El rombi-cubo-octaedro, o pequeño rombi-cubo-octaedro, para distinguirlo del grande, que se describe después, es un sólido que contiene veintiséis caras, veinticuatro vértices y cuarenta y ocho filos (fig. 222).

De las veintiséis caras, ocho son triángulos equiláteros y dieciocho son cuadrados (fig. 223).

Si descansa sobre una de las caras cuadradas, la visión plana es un octágono regular (ocho lados). Si descansa sobre una de las caras triangulares, la visión plana es la de un hexágono regular (seis lados) (fig. 224).

El gran rombi-cubo-octaedro (o cubo-octaedro truncado) contiene veintiséis caras, cuarenta y ocho vértices y setenta y dos filos (fig. 225).

De las veintiséis caras, doce son cuadrados, ocho son hexágonos regulares (seis lados) y seis son octágonos regulares (ocho caras) (figura 226).

Si descansa sobre una de las caras hexagonales, la visión plana es la de un dodecágono regular (doce lados). Si descansa sobre una de las caras octogonales, la visión plana es la de un octágono (ocho lados), con lados adyacentes desiguales (fig. 227).

Se pueden desarrollar diseños interesantes a partir de cualquiera de los poliedros. Todos aportan la estructura básica para el tratamiento de las caras, el tratamiento de los filos y el tratamiento de los vértices.

Tratamiento de las caras

Si el poliedro ha sido construido hueco, el tratamiento más simple para las caras es agregar figuras negativas en algunas o todas las caras, revelando el espacio vacío interior (fig. 228).

Cada cara lisa completa del poliedro puede ser reemplazada por una figura piramidal invertida o proyectada, construida de planos unidos o trabados. De esta manera, la apariencia externa del poliedro puede ser transformada en una figura poliédrica estrellada (fig. 229).

Pueden agregarse figuras separadamente construidas a las caras del poliedro (fig. 230).

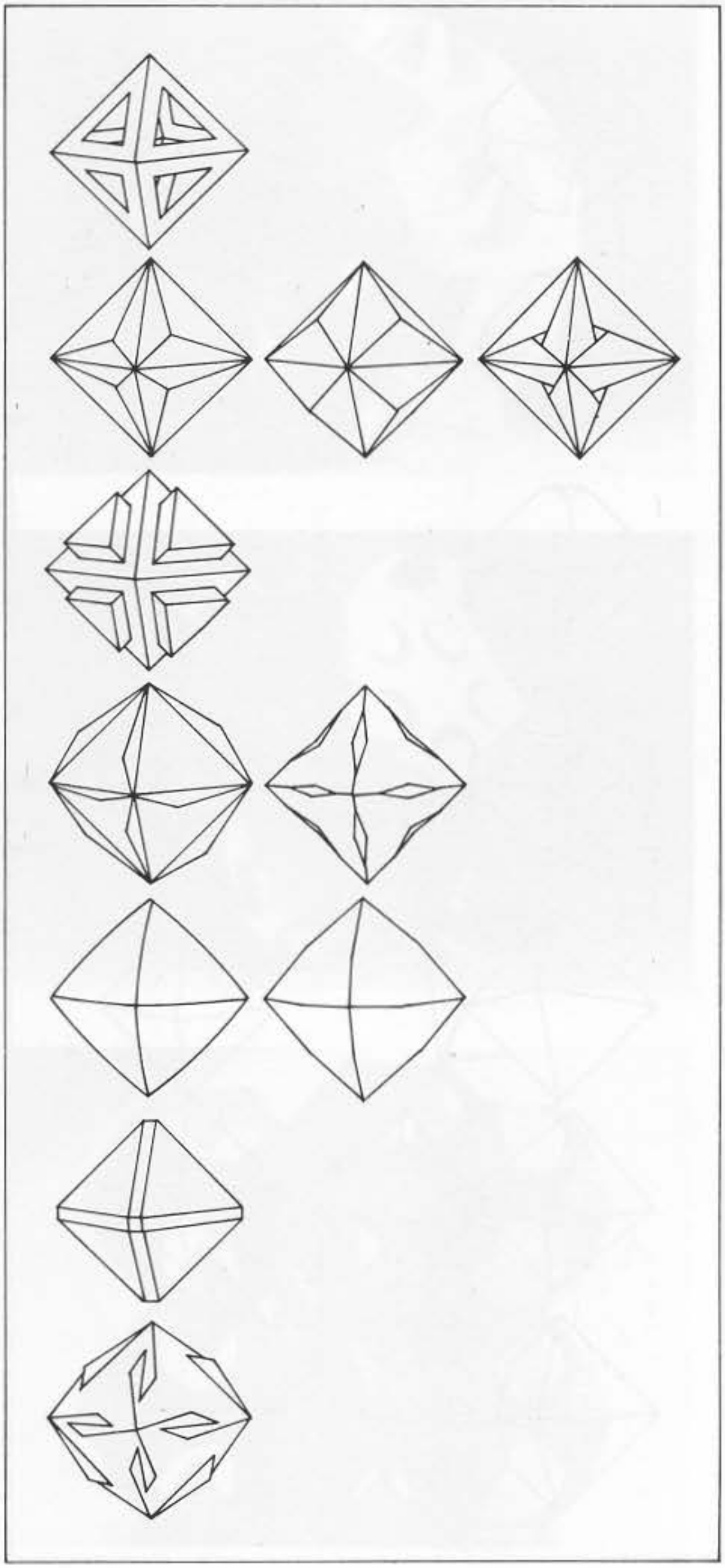
Tratamiento de los filos

A lo largo de los filos de un poliedro, pueden agregarse o sustraerse figuras. Cuando se sustraen, las caras quedan también afectadas, porque no podemos quitar nada de un filo sin quitar una parte de las caras adyacentes (fig. 231).

Los filos rectos de un poliedro pueden hacerse curvilíneos o torcidos. Esto provocará que las caras lisas se hagan convexas o cóncavas, de acuerdo con las nuevas figuras de los filos (fig. 232).

Cada filo de una sola línea puede ser reemplazado por filos dobles o de más líneas, y esto conducirá a la creación de nuevas caras (fig. 233).

La trabazón de los planos de las caras a lo largo de los filos puede hacerse de variadas maneras (fig. 234).



228

229

230

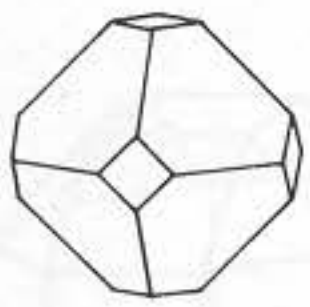
231

232

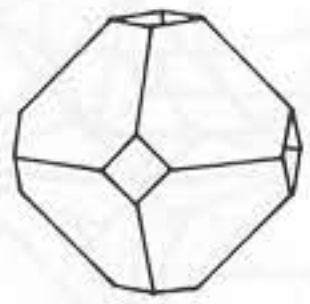
233

234

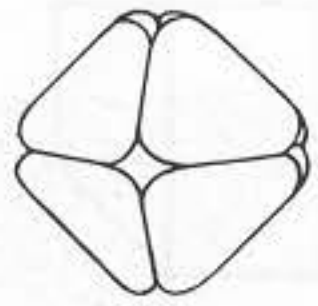
235



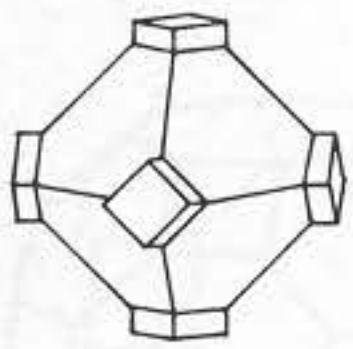
236



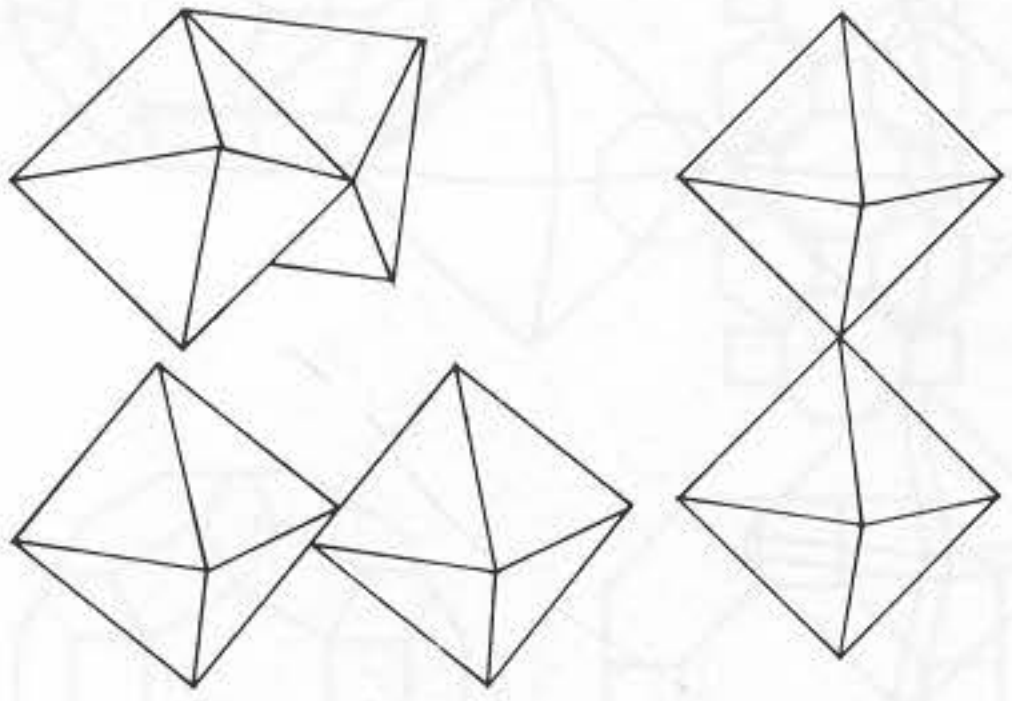
237



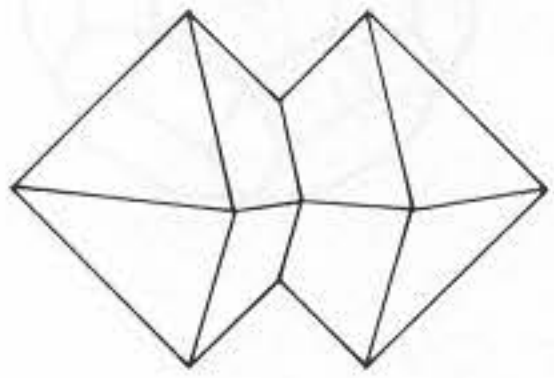
238



239



240



Tratamiento de los vértices

El tratamiento de los vértices afecta normalmente a todas las caras que se unen en el punto de ese vértice. Una forma de tratarlos es por truncamiento, lo que supone que los vértices son cortados y que se forman nuevas caras en las zonas cortadas. El truncamiento conduce habitualmente a la creación de una nueva figura poliédrica. Ya hemos descrito el octaedro truncado entre los sólidos de Arquímedes. Sin embargo, el poliedro que aquí se ilustra no es uno de los sólidos de Arquímedes, porque las caras triangulares no han sido transformadas por truncamiento en hexágonos regulares (fig. 236).

Si el poliedro es hueco, el truncamiento deja ver un agujero en cada vértice. Tales agujeros pueden ser especialmente truncados, para que sus bordes no sean simples líneas rectas (fig. 237).

Pueden formarse figuras adicionales en los vértices (fig. 238).

Unión de figuras poliédricas

Para una estructura más complicada, dos o más figuras poliédricas de igual o diferente diseño pueden ser unidas por contacto de cara, de filo o de vértice (fig. 239).

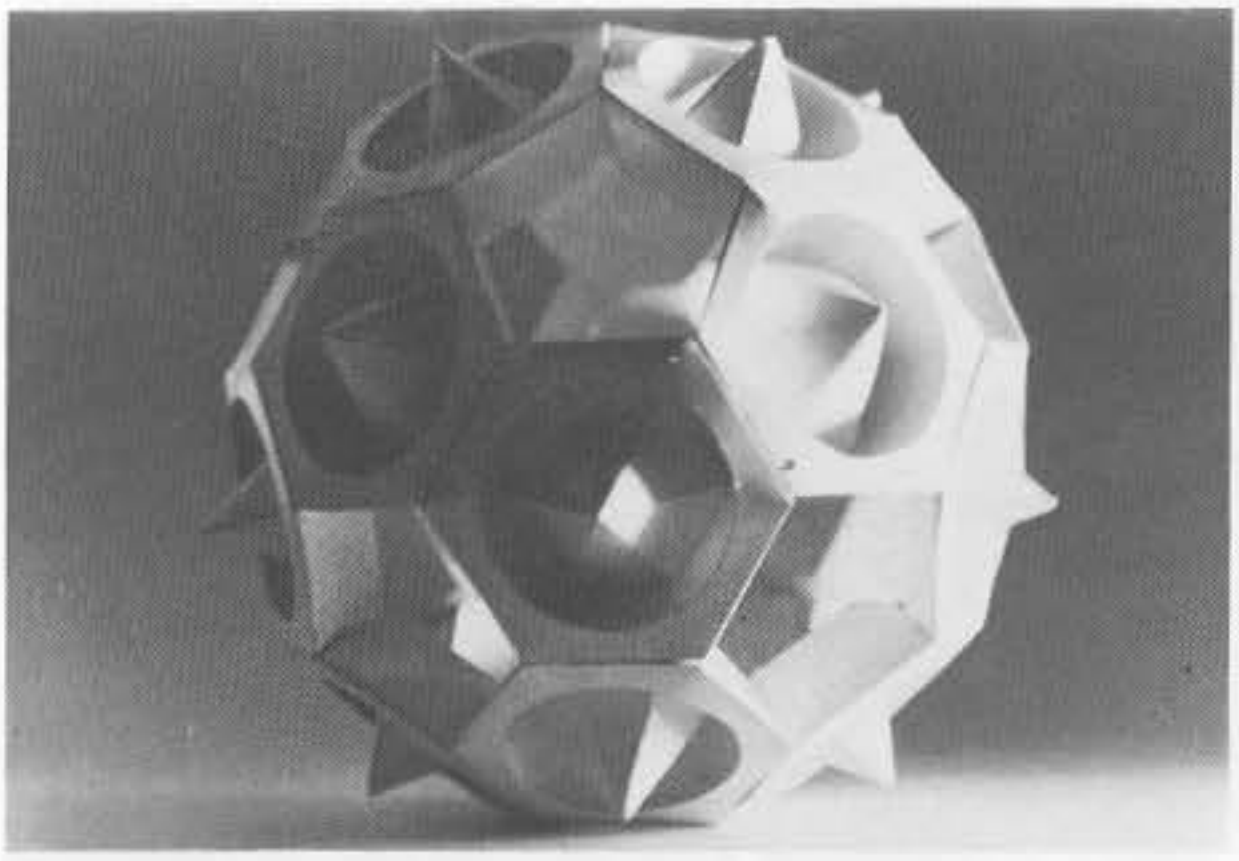
Para una mayor resistencia estructural, o por razones de diseño, los vértices pueden ser truncados al hacer contacto entre vértices, los filos pueden ser achatados para el contacto entre filos, o el volumen de una figura poliédrica puede ser penetrado al volumen de otra (fig. 240).

Las figuras 241 a 255 ilustran poliedros con diversos tratamientos de superficie. Algunos de los proyectos muestran el uso de poliedros como módulos.

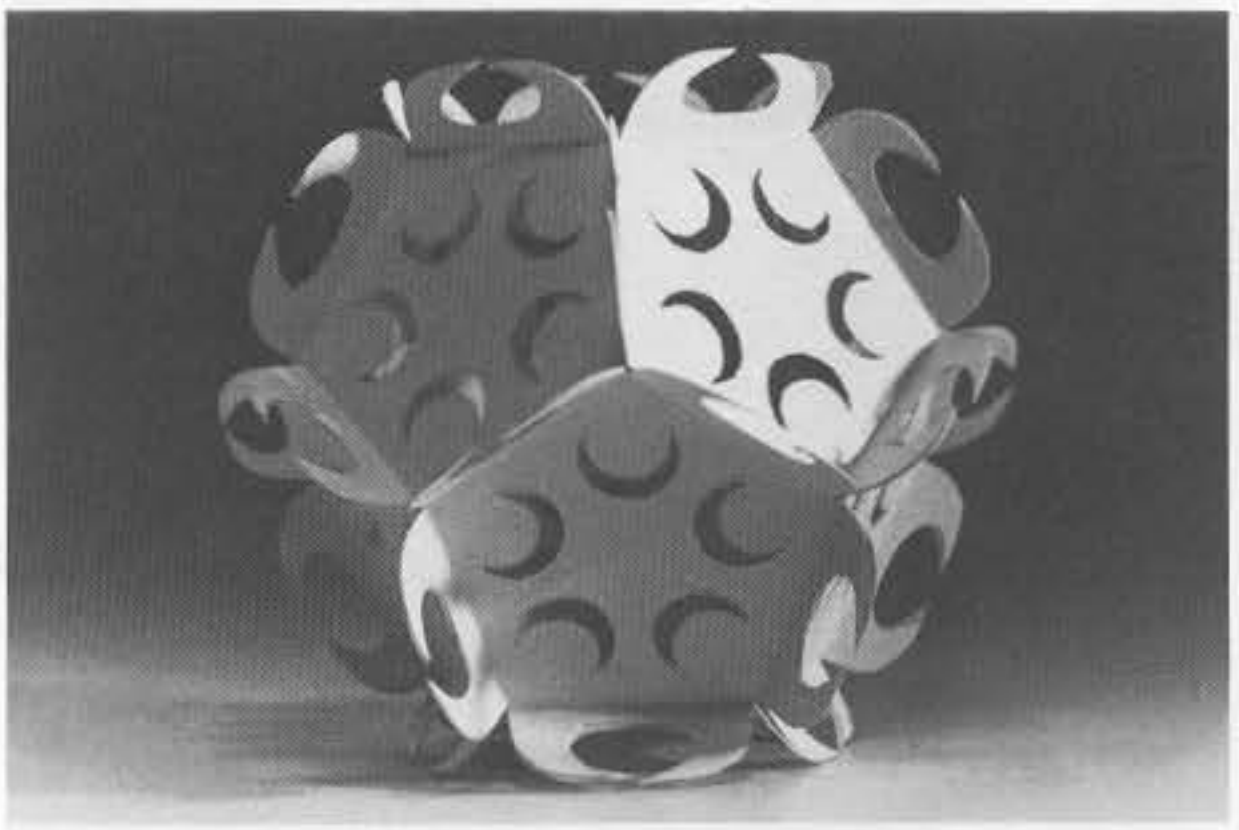
Figura 241. La estructura es un icosaedro. Todos los vértices han sido truncados, y en lugar de ellos hay agujeros pentagonales. Cada una de las caras triangulares es ahora un hexágono regular, en el que se ha construido un círculo hundido y una figura piramidal que surge.

Figura 242. Éste es un dodecaedro con tratamientos simples en filos y caras, que no transforman la figura original de la estructura.

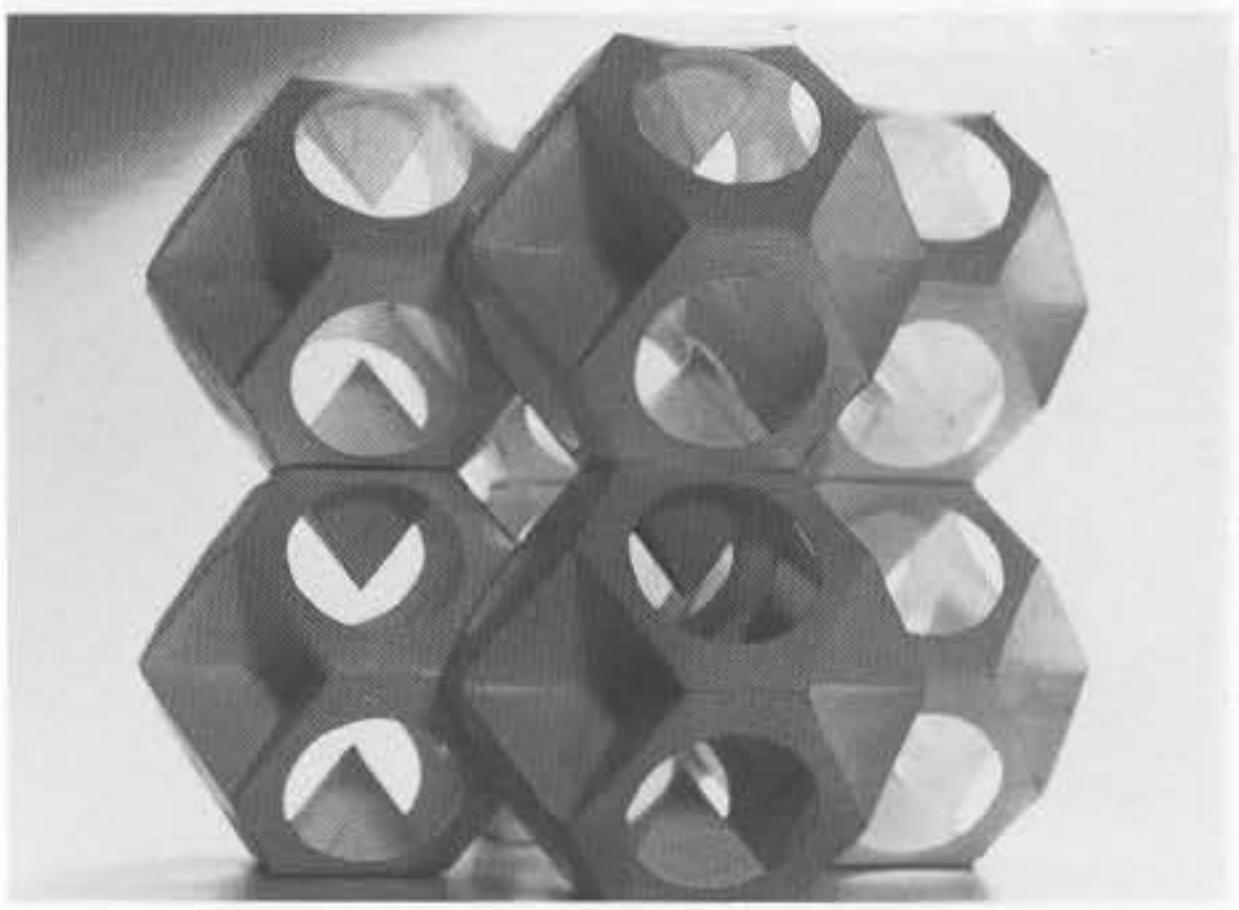
Figura 243. Para este diseño se han utilizado ocho octaedros. A cada uno se le ha hecho un tratamiento de cara y de vértice. El tratamiento de las caras es simple: se han cortado círculos negativos en todas las caras. El de los vértices es complejo: se han invertido los ángulos de los vértices y así el octaedro parece truncado.



241



242



243

244

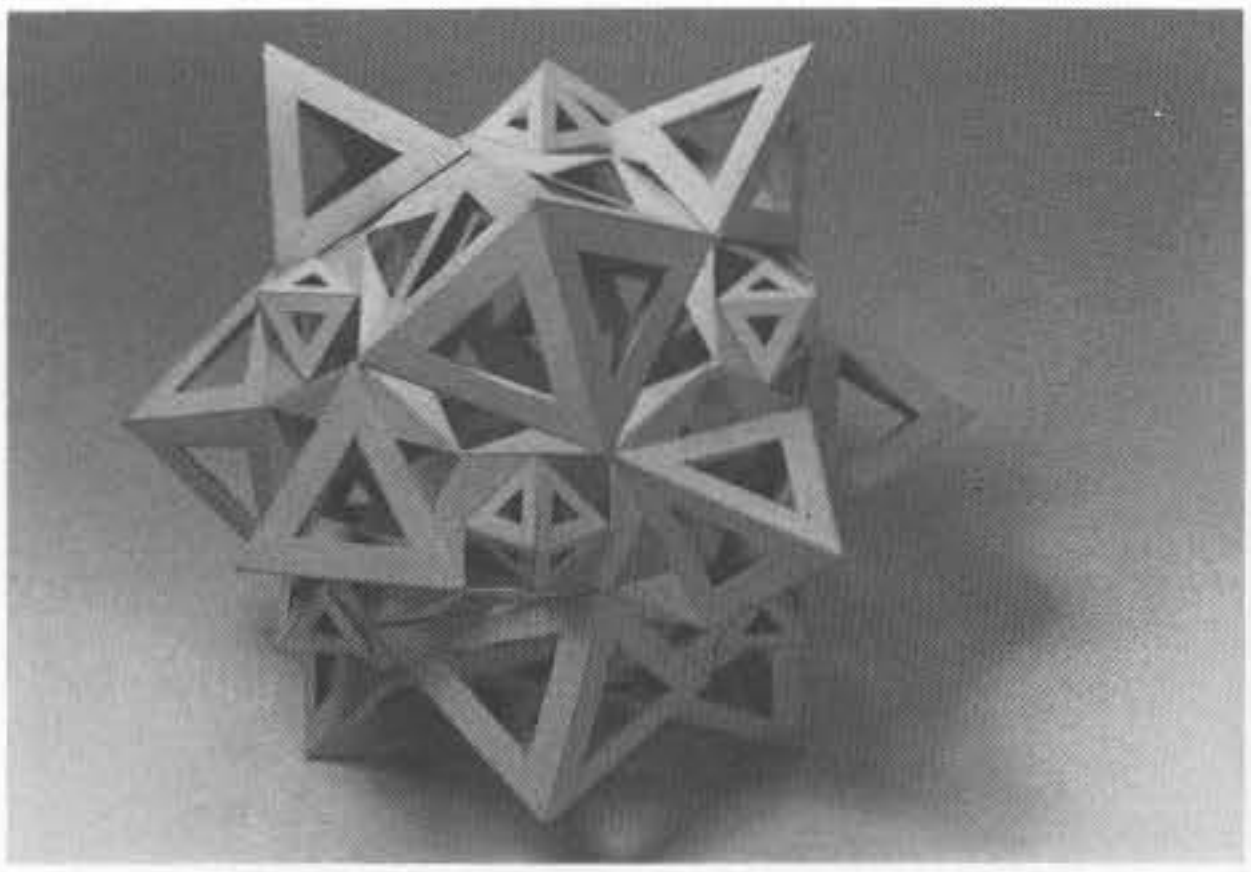


Figura 244. La estructura de este complicado diseño es la de un rombi-cubo-octaedro, que se compone de caras octogonales, hexagonales y cuadradas. Se han cortado figuras negativas en todas las caras y se han agregado figuras de tetraedro y semioctaedro.

245

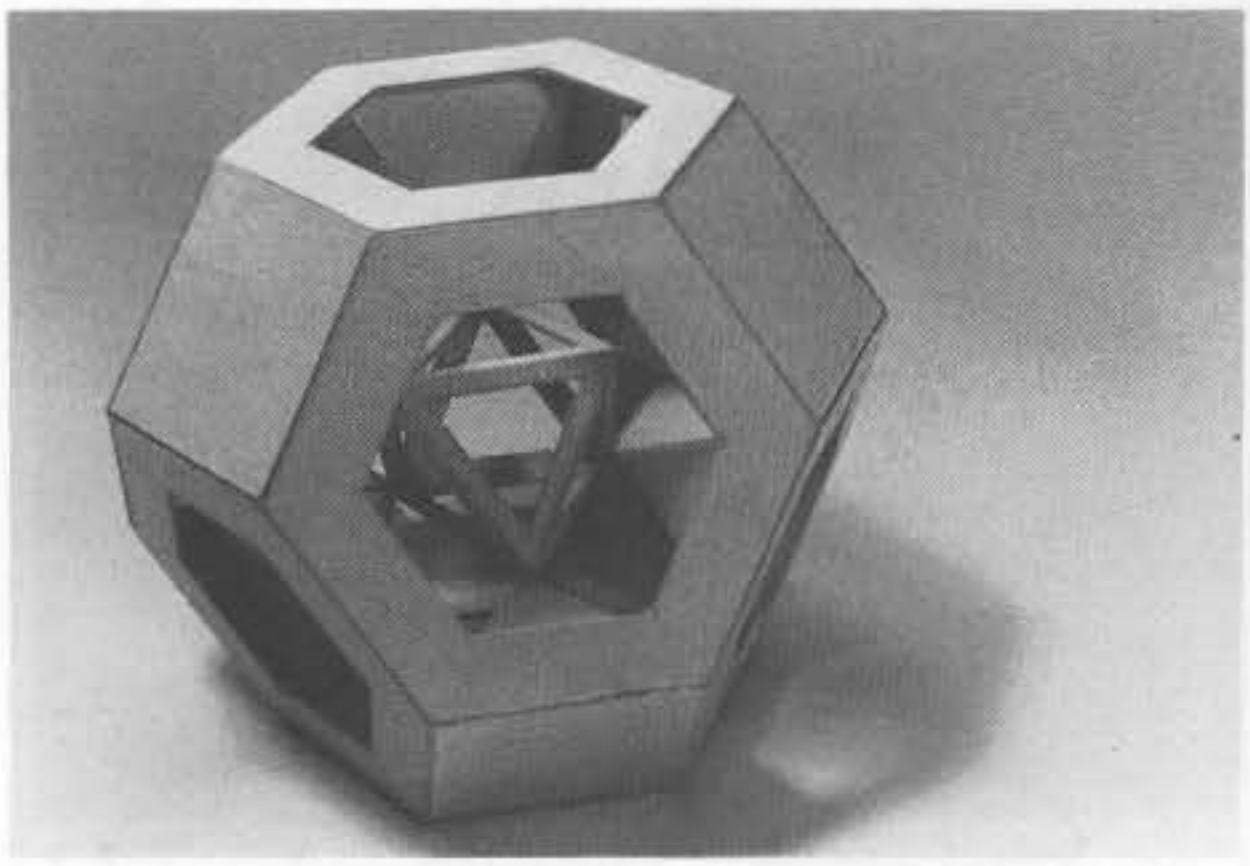


Figura 245. Se ha hecho una figura hexagonal negativa en cada una de las caras hexagonales de un octaedro truncado, y a través de ellas se puede ver una interesante figura interior poliédrica. Es un octaedro lineal, apoyado en la parte interior de las caras, con pirámides cuadradas y hexagonales que apuntan hacia adentro.

246

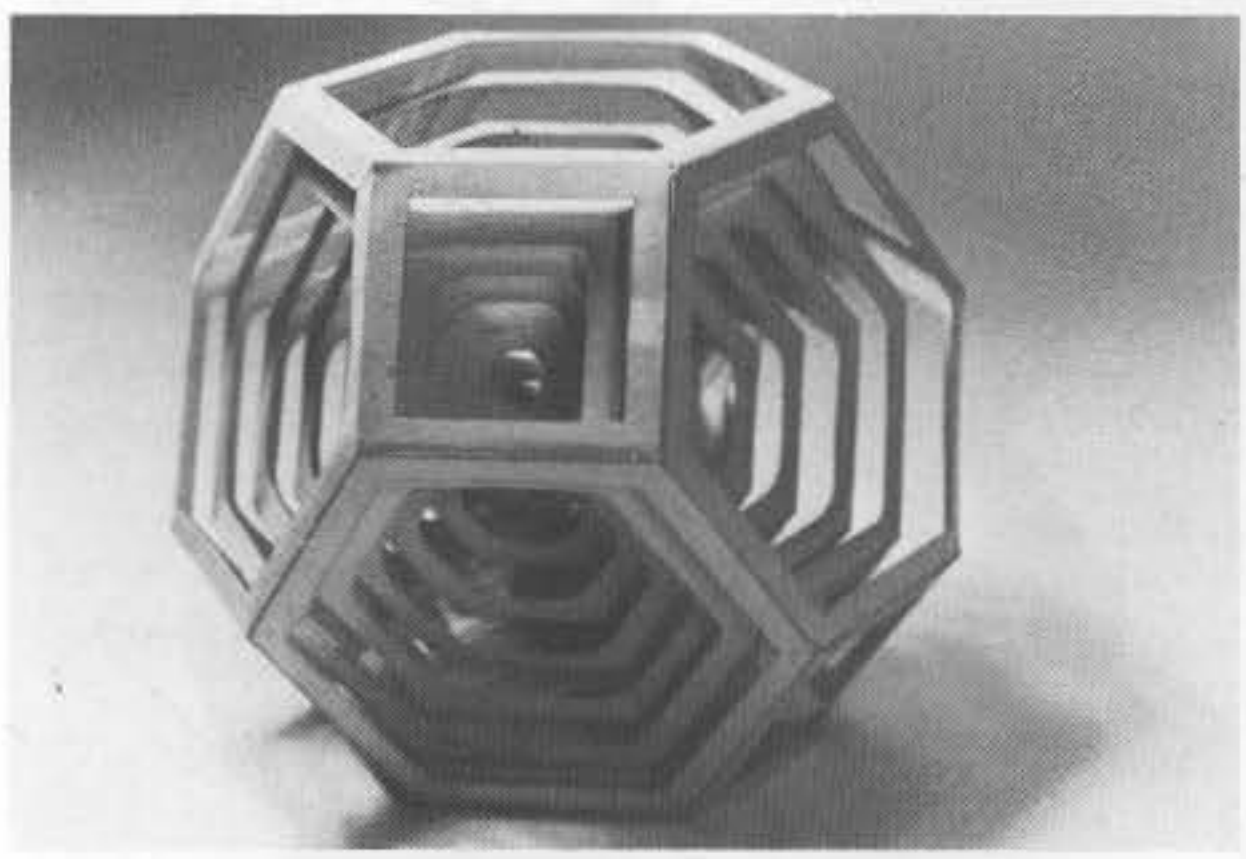
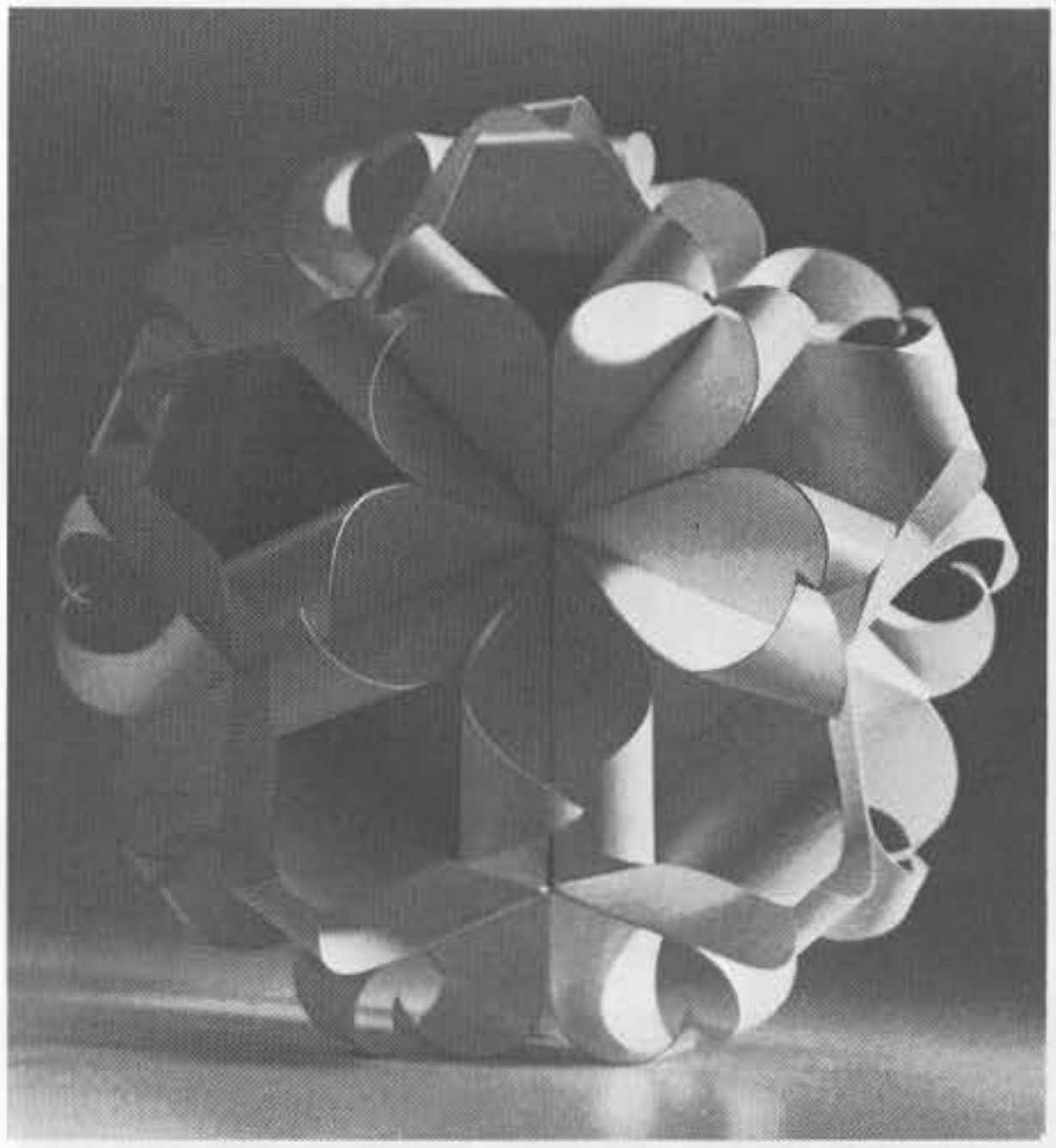


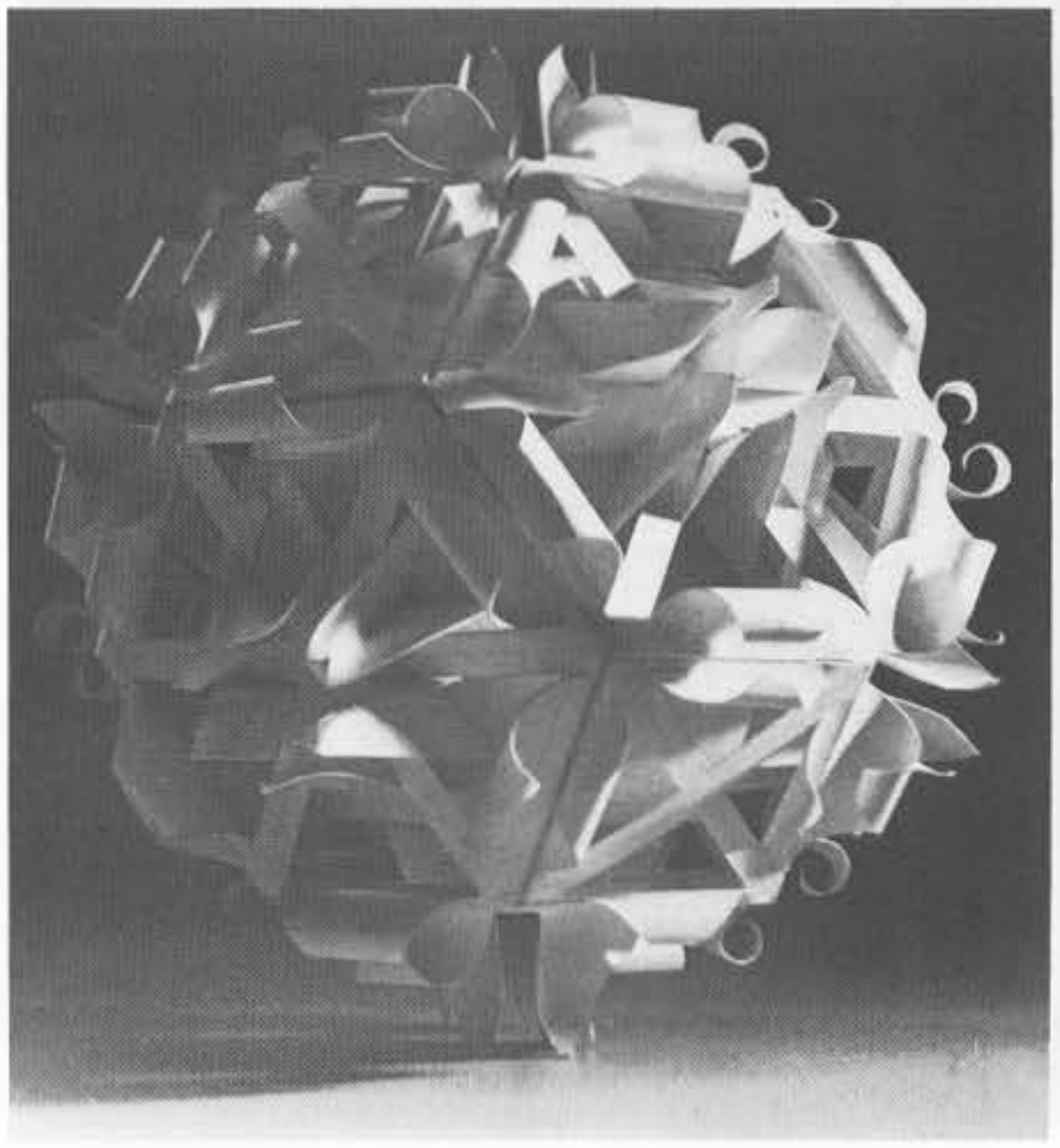
Figura 246. La estructura de este diseño es también el octaedro truncado. Todas las caras han sido recortadas junto a los filos, revelando dentro seis capas de la misma figura, con gradación de tamaño.

Figura 247. El tratamiento de las caras ha producido mucha transformación en este icosaedro. Cada cara ha sido reemplazada por un tetraedro saliente, cuyos vértices han sido abiertos, retorciendo los planos exteriores y revelando el espacio interior.



247

Figura 248. Igual que las figuras 245 y 246, este diseño sumamente complejo ha sido elaborado sobre un octaedro truncado. Cada cara hexagonal fue dividida en seis secciones triangulares y cada cara cuadrada en cuatro secciones triangulares, todas ellas con figuras cortadas y retorcidas. De las secciones de las caras hexagonales se proyectan otras figuras adicionales.



248

249

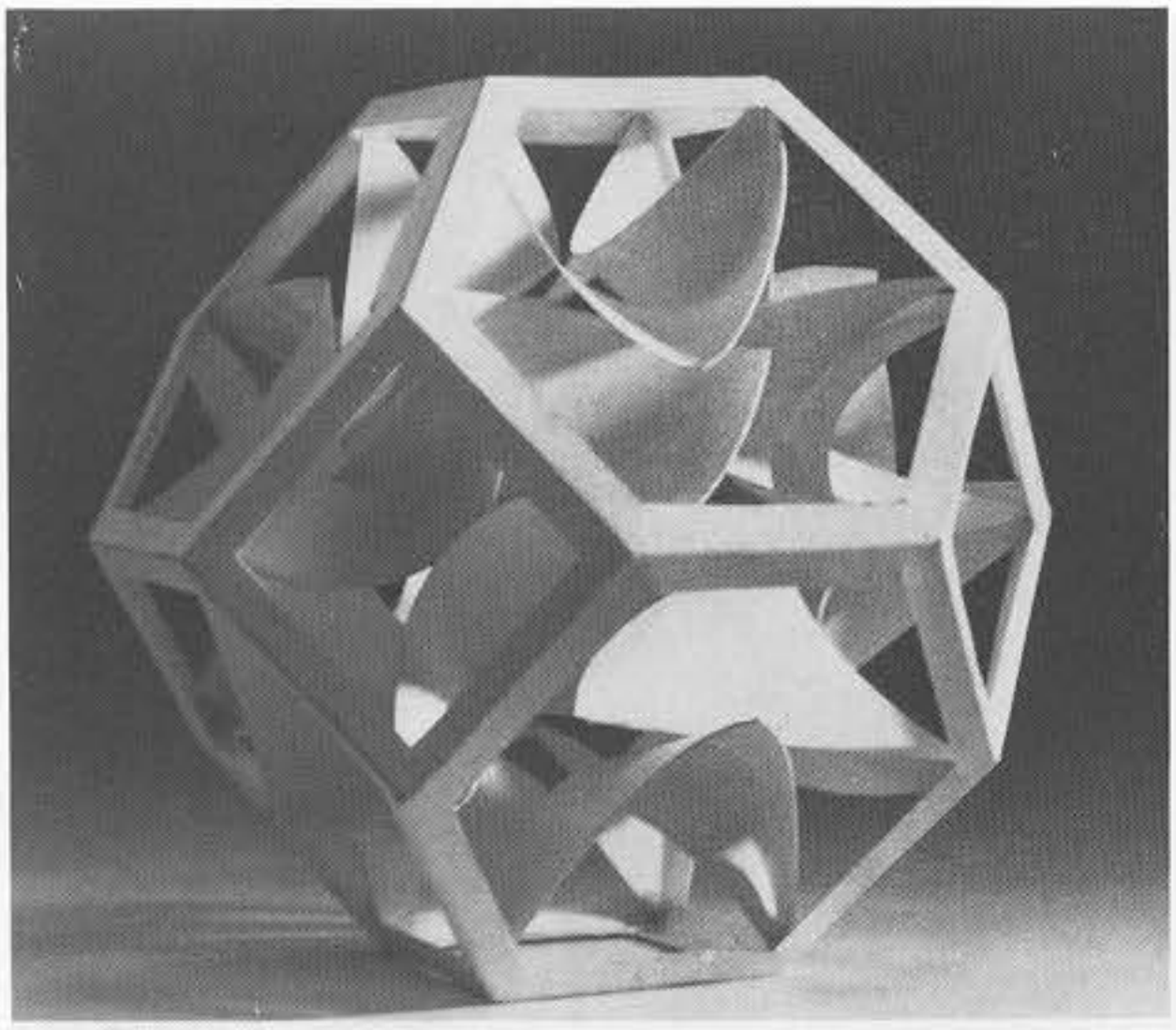


Figura 249. Ha sido cortada la mayor parte de las caras del octaedro truncado. La actividad mayor del diseño se sitúa dentro del marco poliédrico.

Figura 250. Se han usado doce cubos truncados para componer este diseño. Cada cara de los cubos contiene una figura circular negativa que contrasta visualmente con los agujeros triangulares que se forman en los vértices truncados.

250

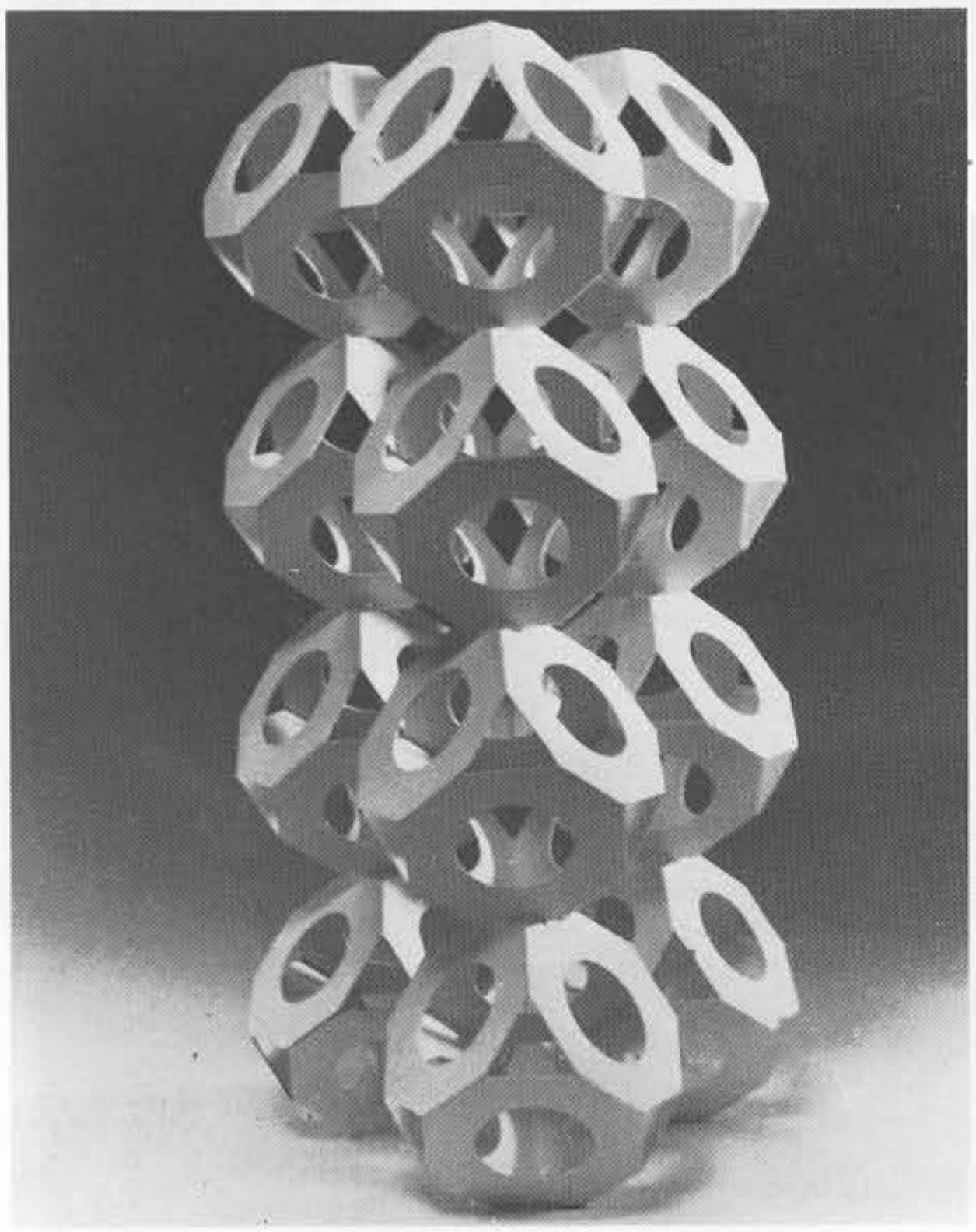
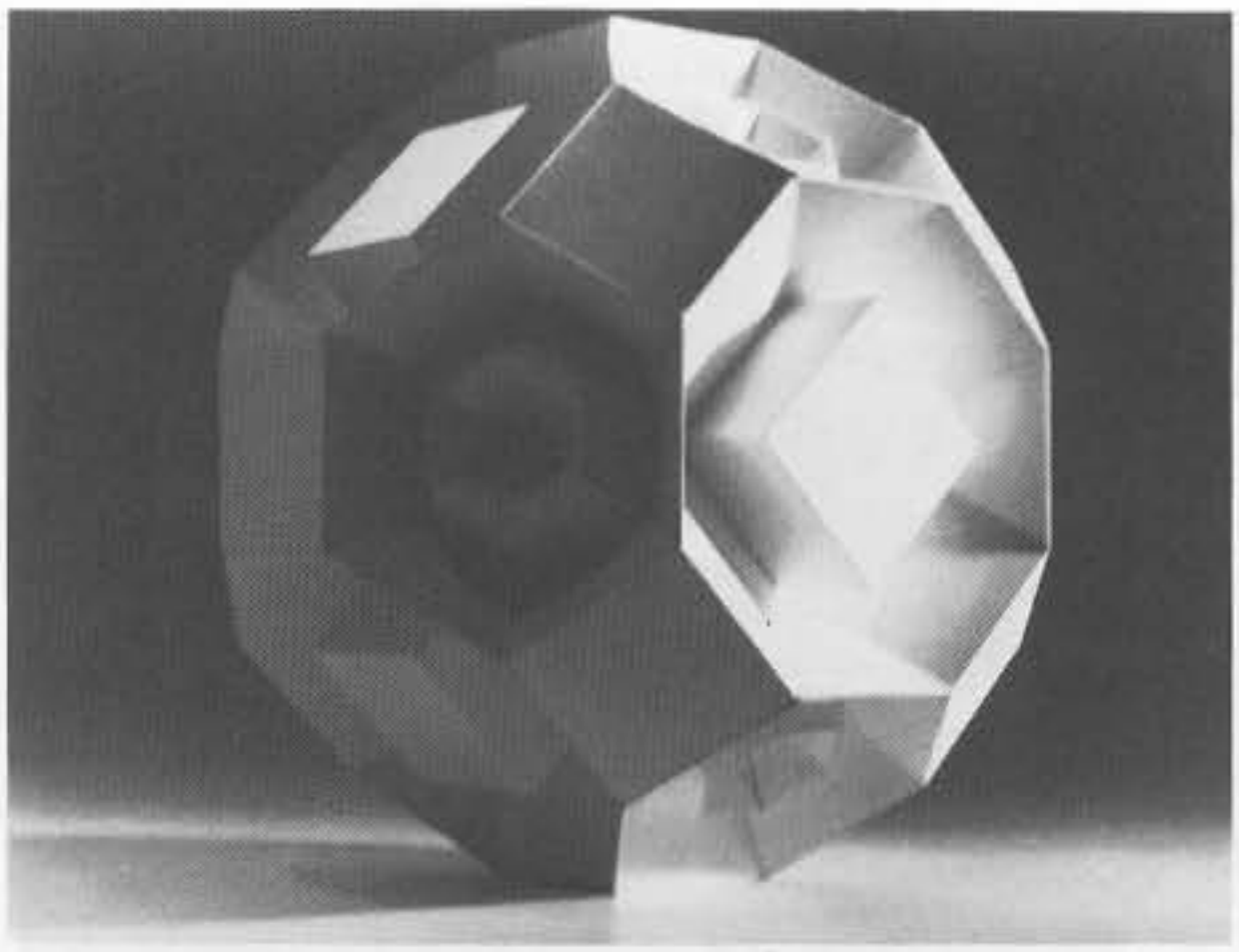
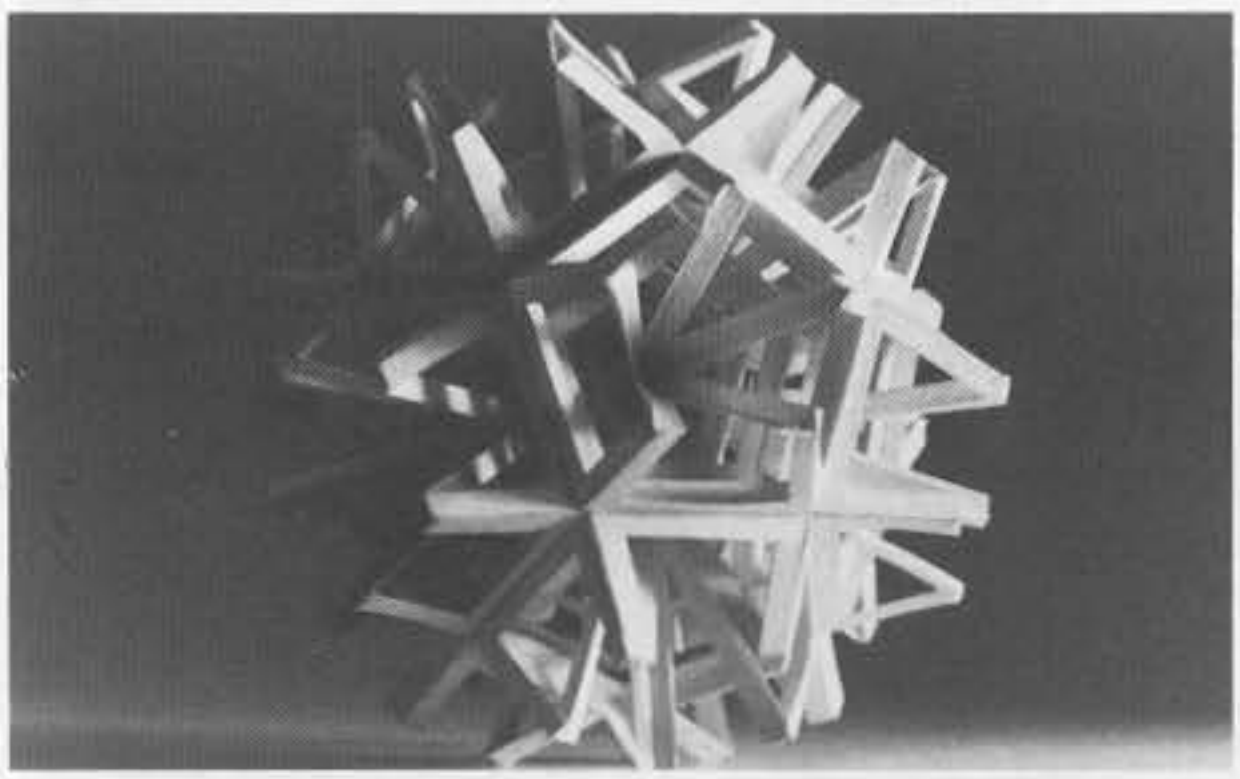


Figura 251. Aquí las caras del gran rombo-cubo-octaedro han sido tratadas con figuras que se proyectan tanto hacia adentro como hacia afuera.



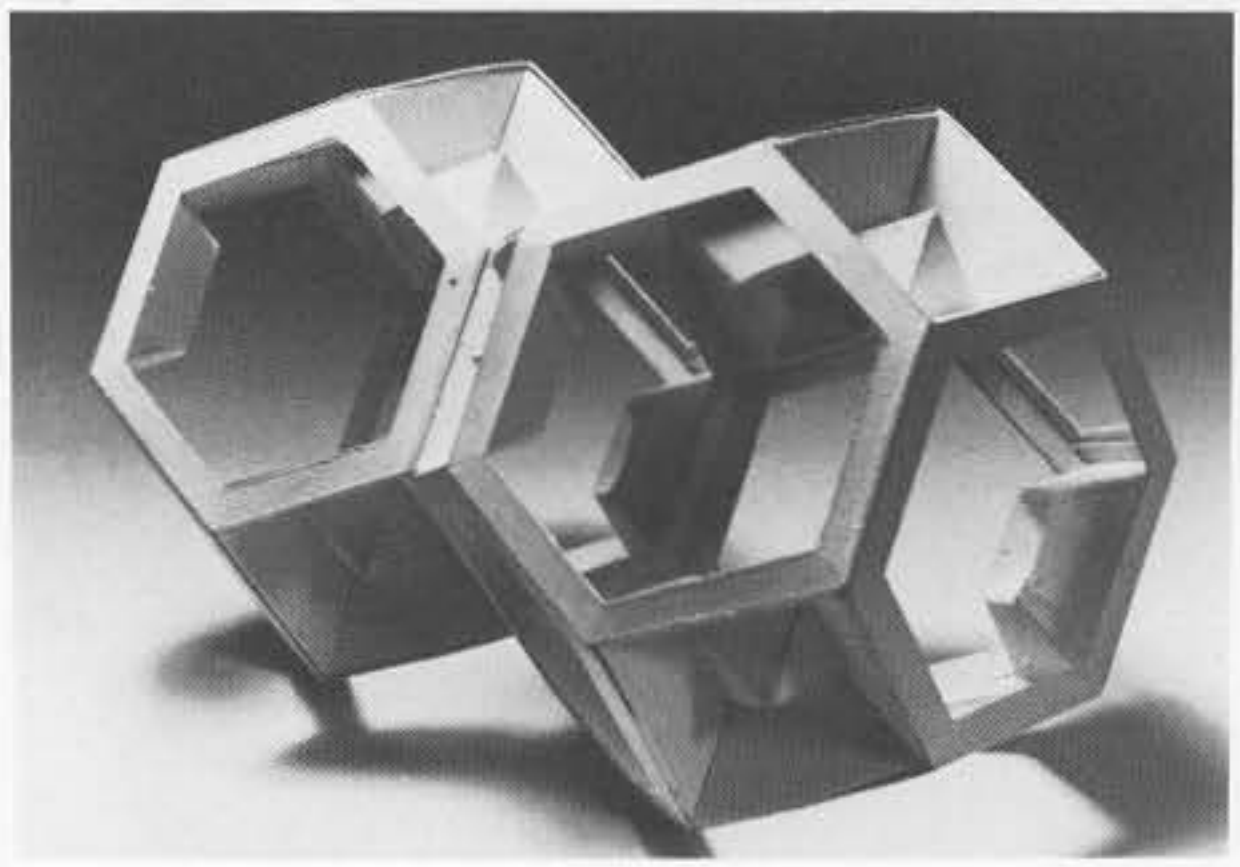
251

Figura 252. Un dodecaedro fue utilizado como estructura básica de este diseño. En cada una de las caras pentagonales se ha construido una pirámide pentagonal, pero todas las caras han sido recortadas hasta los filos. El vértice de la pirámide, en lugar de proyectarse hacia afuera, es empujado hacia adentro. El resultado es un complicado diseño, compuesto enteramente por elementos lineales.



252

Figura 253. Este diseño se compone de dos octaedros truncados, cada uno de los cuales muestra un juego de figuras negativas y de formas cóncavas y convexas.



253

254

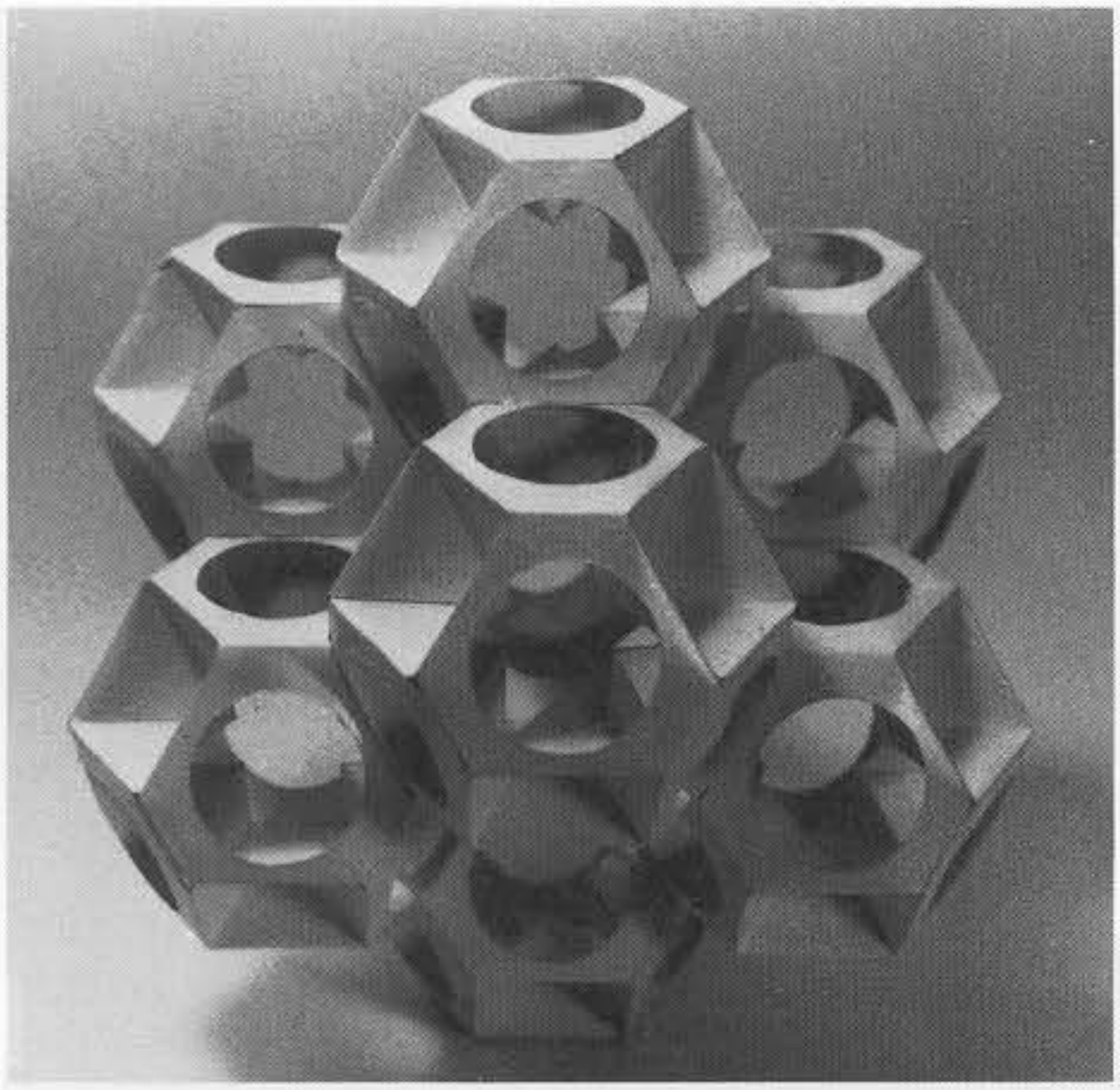
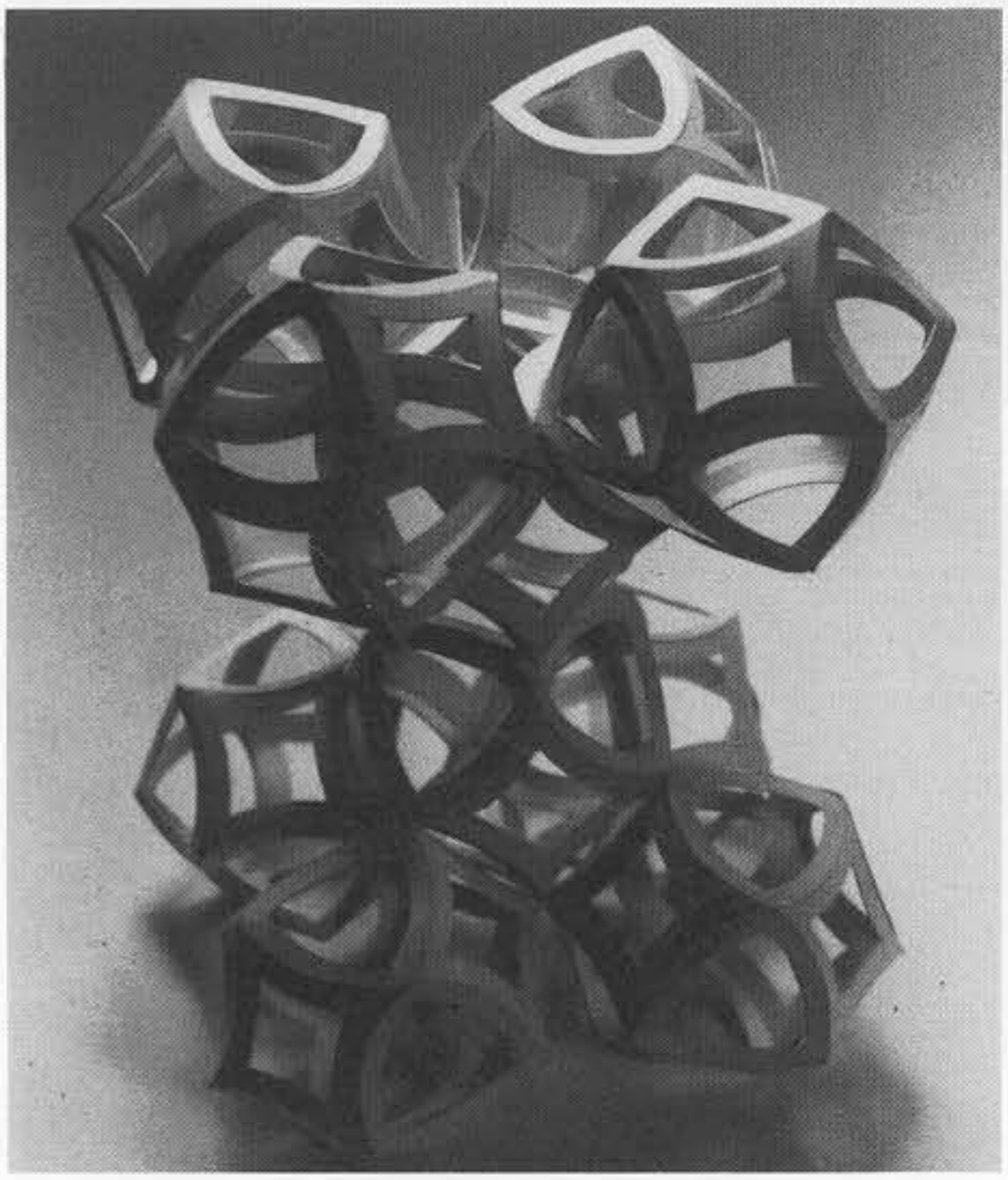


Figura 254. En este diseño hay ocho octaedros truncados. Cada uno contiene vértices invertidos y figuras negativas.

Figura 255. Ésta se compone de diez cubo-octaedros, cada uno de ellos con filos curvos y caras abiertas. El efecto es muy similar al de una estructura lineal, sin ninguna línea recta.

255



7. Planos triangulares

En el capítulo anterior vimos que tres de los cinco sólidos platónicos, el tetraedro, el octaedro y el icosaedro, se componen de planos triangulares. Los planos triangulares son asimismo usados para la construcción de figuras piramidales, que se proyectan desde o penetran en las caras de cualquier poliedro. Por lo tanto, los planos triangulares son de considerable importancia en el diseño tri-dimensional y no pueden ser ignorados (fig. 256).

Triángulos equiláteros

Para explorar las posibilidades de construcción con planos triangulares, podemos utilizar una tira estrecha de cartón delgado y dividirla en una serie de triángulos equiláteros (fig. 257).

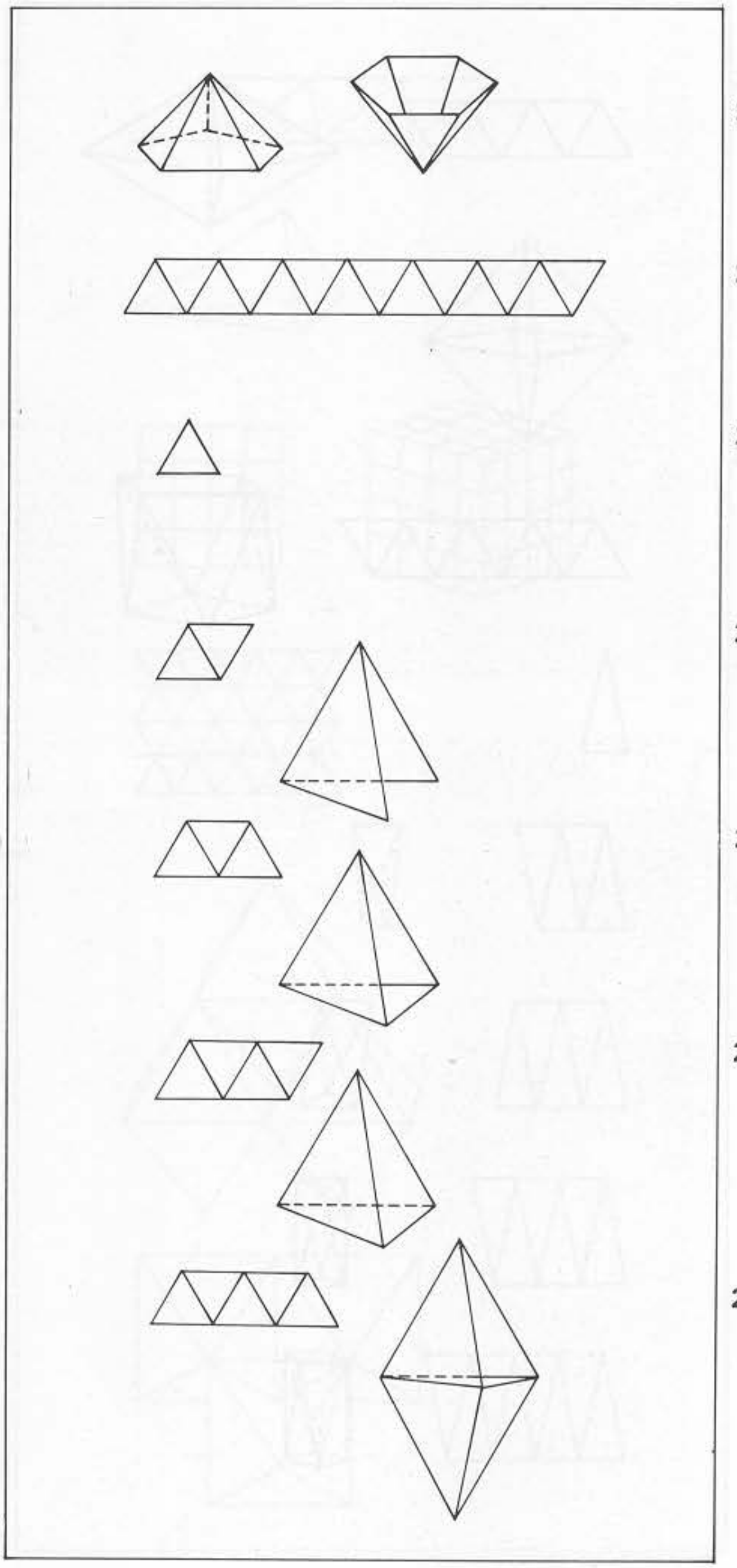
Cortando un triángulo de esa tira, tendremos un plano liso, con tres lados iguales y tres ángulos de sesenta grados (fig. 258).

Dos triángulos reunidos pueden ser doblados en cualquier ángulo que se desee. Esto puede constituir una figura tri-dimensional que se sostiene erguida (fig. 259).

Con tres triángulos unidos se puede formar un tetraedro al cual faltaría una de sus caras (fig. 260).

Con cuatro triángulos unidos se hace un tetraedro completo (fig. 261).

Con cinco triángulos unidos se hace un doble tetraedro al que le falta una cara (fig. 262).



256

257

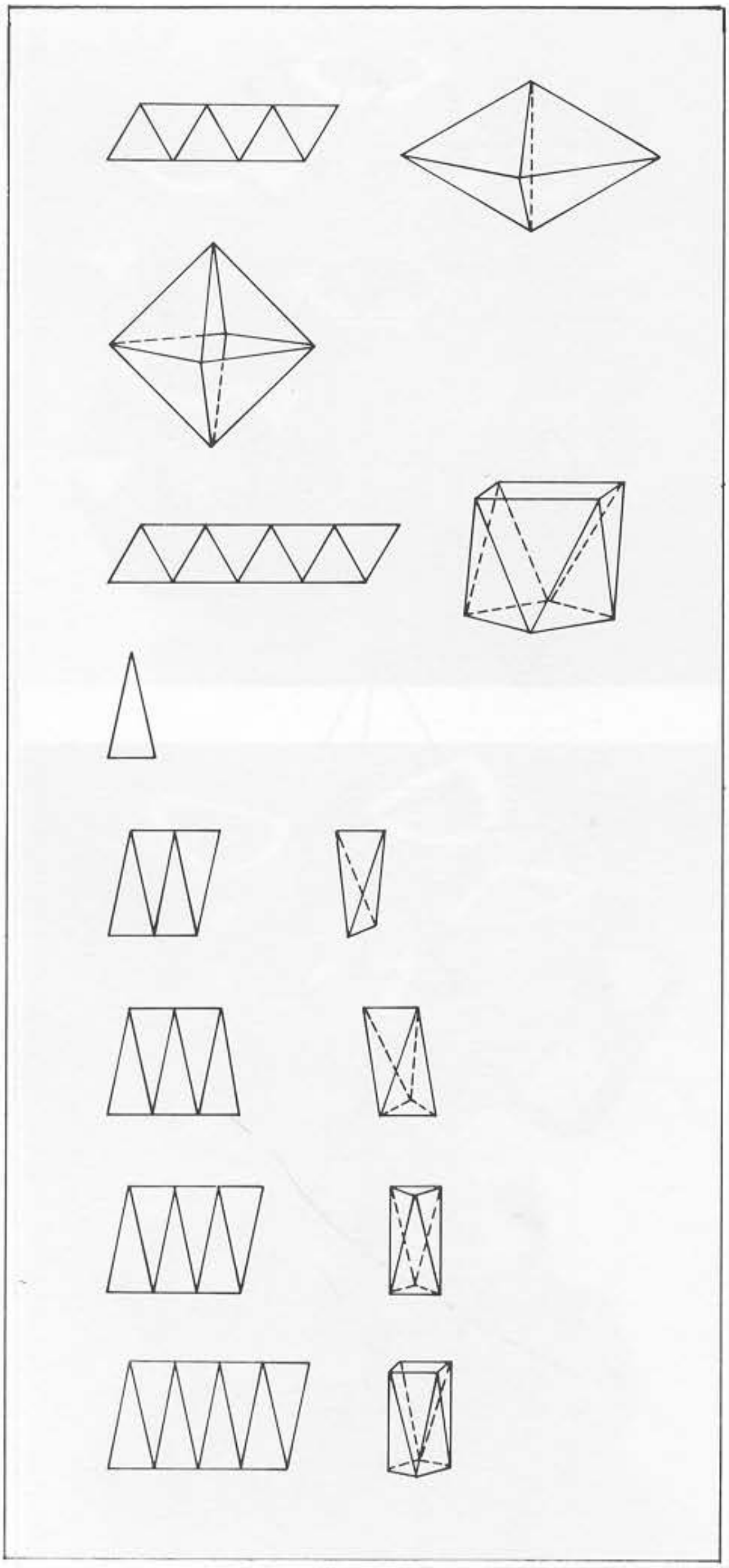
258

259

260

261

262



Con seis triángulos unidos se hace un doble tetraedro completo (fig. 263).

Con ellos se puede hacer también un octaedro al que faltan dos caras (fig. 264).

Ocho triángulos unidos pueden componer una figura prismática, con un cuadrado vacío arriba y un cuadrado vacío abajo. Los dos cuadrados vacíos son del mismo tamaño, pero de distintas direcciones (fig. 265).

Triángulos isósceles

Los triángulos equiláteros pueden ser alargados para formar triángulos estrechos y altos, en los que dos lados son iguales (fig. 266).

Cuatro de estos triángulos pueden unirse para formar un teatraedro muy distorsionado, que también puede ser descrito como un prisma con dos extremos en cuña (fig. 267).

Cinco triángulos unidos pueden componer un prisma con una figura triangular abierta en un extremo y una figura de cuña en la otra (fig. 268).

Seis triángulos unidos pueden componer un prisma con una figura triangular abierta en cada extremo (fig. 269).

Ocho triángulos unidos pueden componer un prisma con extremos cuadrados abiertos (fig. 270).

Otros ejemplos que utilizan los prismas formados por triángulos isósceles pueden ser vistos en el capítulo 4 de esta parte, donde la figura 161 contiene prismas hechos con cuatro triángulos reunidos y la figura 162 contiene prismas hechos con seis triángulos reunidos.

Triángulos irregulares

Tal como una tira estrecha de cartón delgado puede ser dividida en triángulos equiláteros o en isósceles, cabe dividirla en una cantidad de triángulos con lados desiguales (fig. 271).

Con seis u ocho triángulos irregulares, unidos entre sí, podemos construir prismas muy similares a los de las figuras 269 y 270, si todos los ángulos de esos triángulos son agudos.

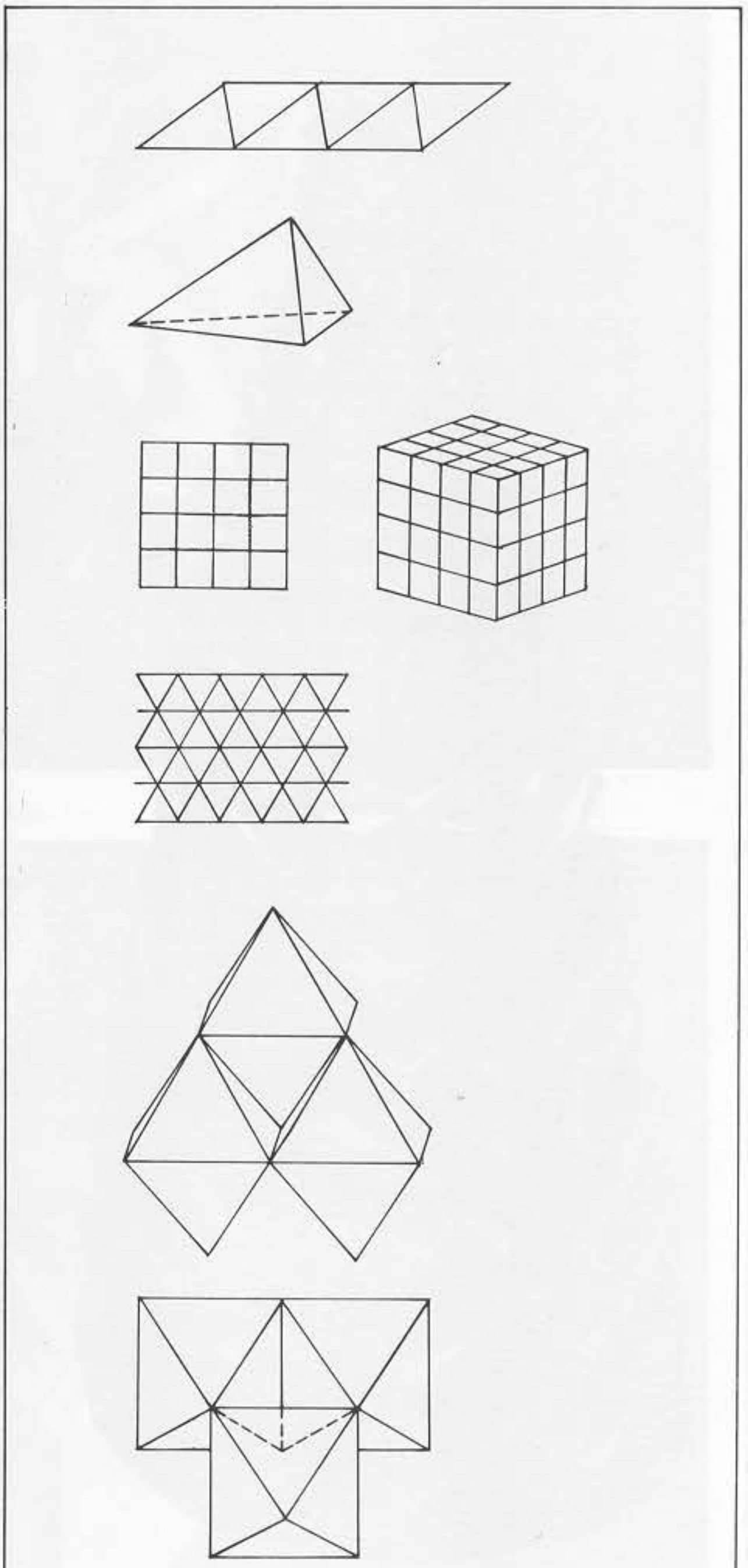
Los triángulos de lados desiguales, con diferentes figuras y tamaños, pueden ser utilizados para construir tetraedros u octaedros irregulares, que pueden convertirse en elementos interesantes de un diseño (fig. 272).

El sistema de octetos

Tal como los cuadrados pueden cubrir completamente un espacio bi-dimensional, sin intervalos entre sí, los cubos pueden hacerlo con un espacio tri-dimensional (fig. 273).

Los triángulos equiláteros pueden cubrir sin intervalos un espacio bi-dimensional, pero los teatraedros no pueden cubrir sin intervalos un espacio tri-dimensional. Con tres octaedros en posición de contacto por sus filos, descubrimos que el espacio que queda vacío acomoda exactamente a un teatraedro (fig. 274).

Por lo tanto, cuando los octaedros y los tetraedros son usados conjuntamente, pueden llenar sin intervalos un espacio tri-dimensional. Esto es conocido como sistema de octetos y puede producir estructuras de asombrosa resistencia que utilizan un mínimo de materiales (fig. 275).



271

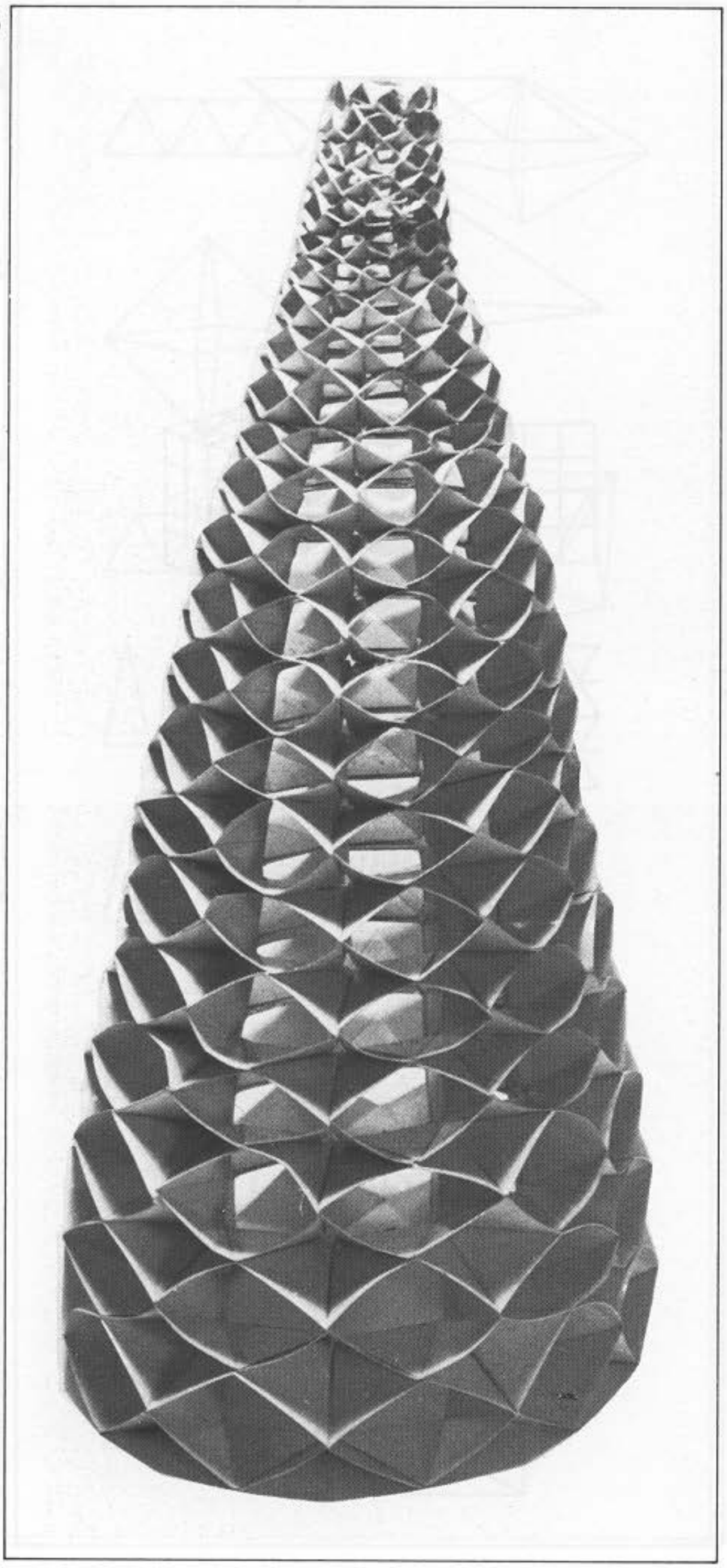
272

273

274

275

276



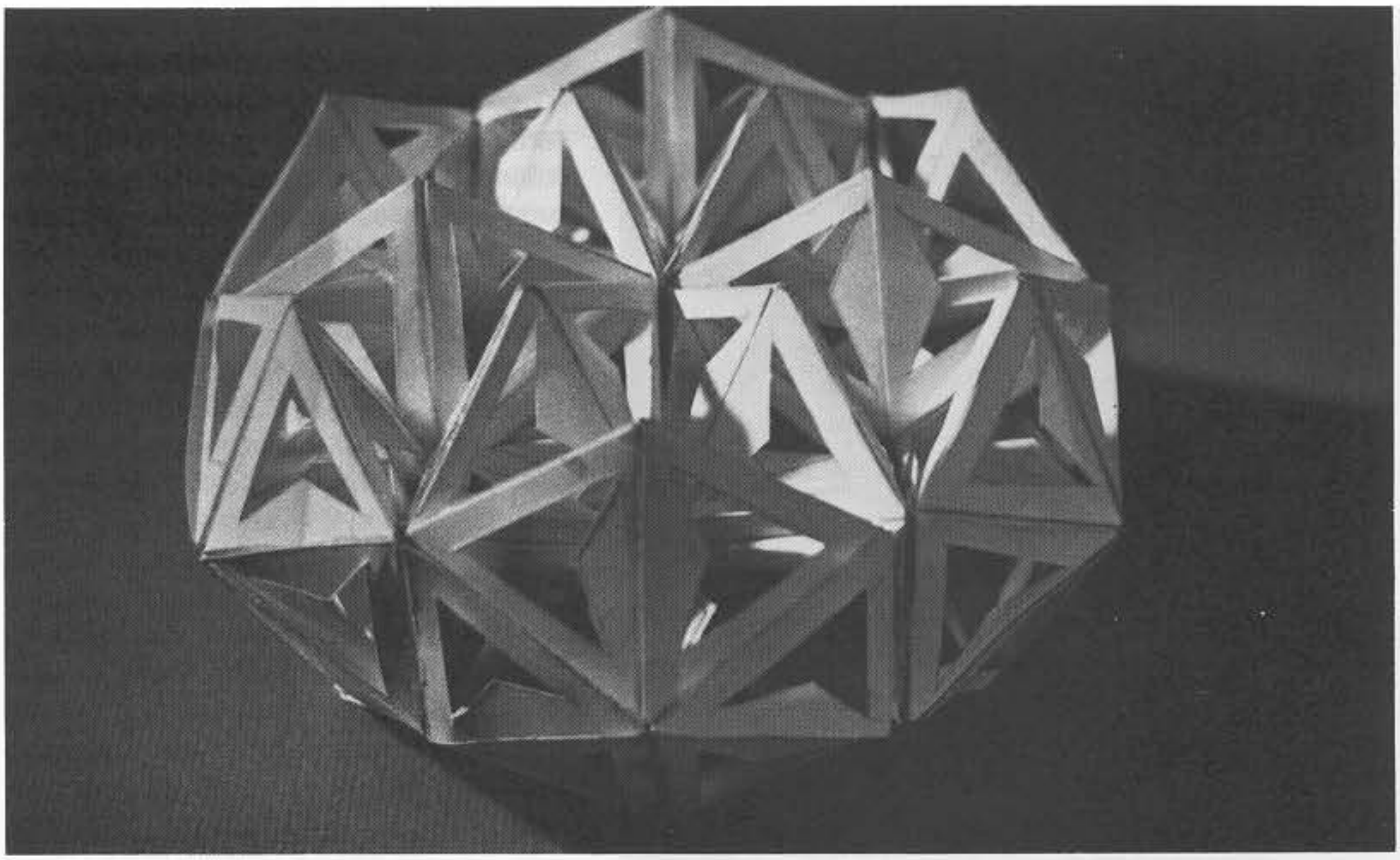
Los planos triangulares ofrecen posibilidades ilimitadas para el diseño. Los tetraedros y octaedros regulares o irregulares, más las figuras piramidales, pueden ser reunidos con efectos inesperados.

Las figuras 276 a 284 demuestran algunas de las variadas construcciones que pueden ser creadas con planos triangulares.

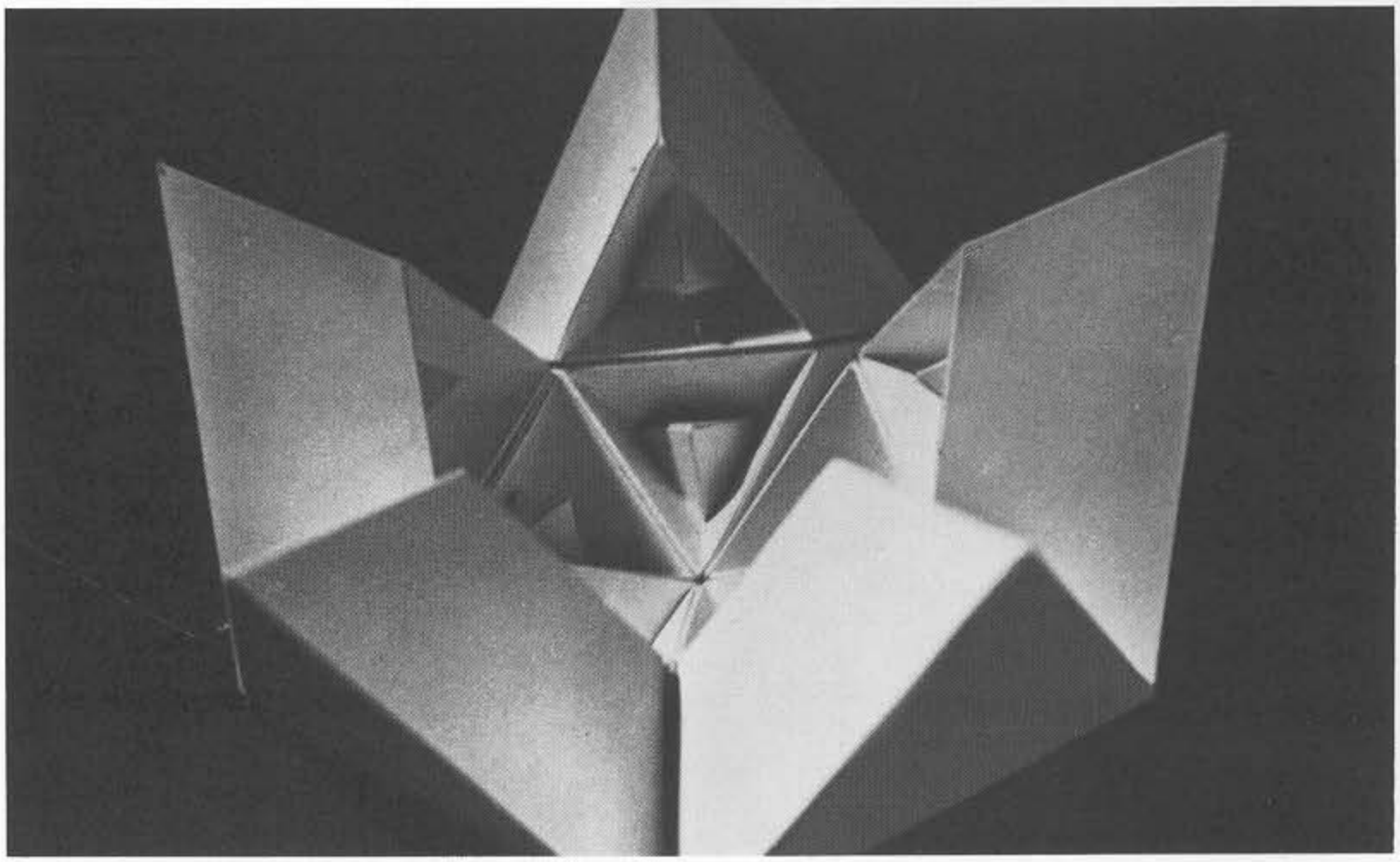
Figura 276. Se han usado ocho triángulos unidos para construir un módulo, que es similar al de la figura 265. Con una cantidad de estos módulos se forma un anillo, que es una capa del diseño. Con capas de una misma construcción pero en tamaños que disminuyen se establece la estructura de este diseño.

Figura 277. Todas las caras del tetraedro utilizado aquí han sido casi recortadas a los bordes. Seis grupos de ellos se han dispuesto en un efecto de radiación.

Figura 278. Se ha utilizado un total de diez tetraedros. Cada uno de ellos tiene sus vértices apuntados hacia adentro y luego hacia afuera, de manera interesante.



277



278

279

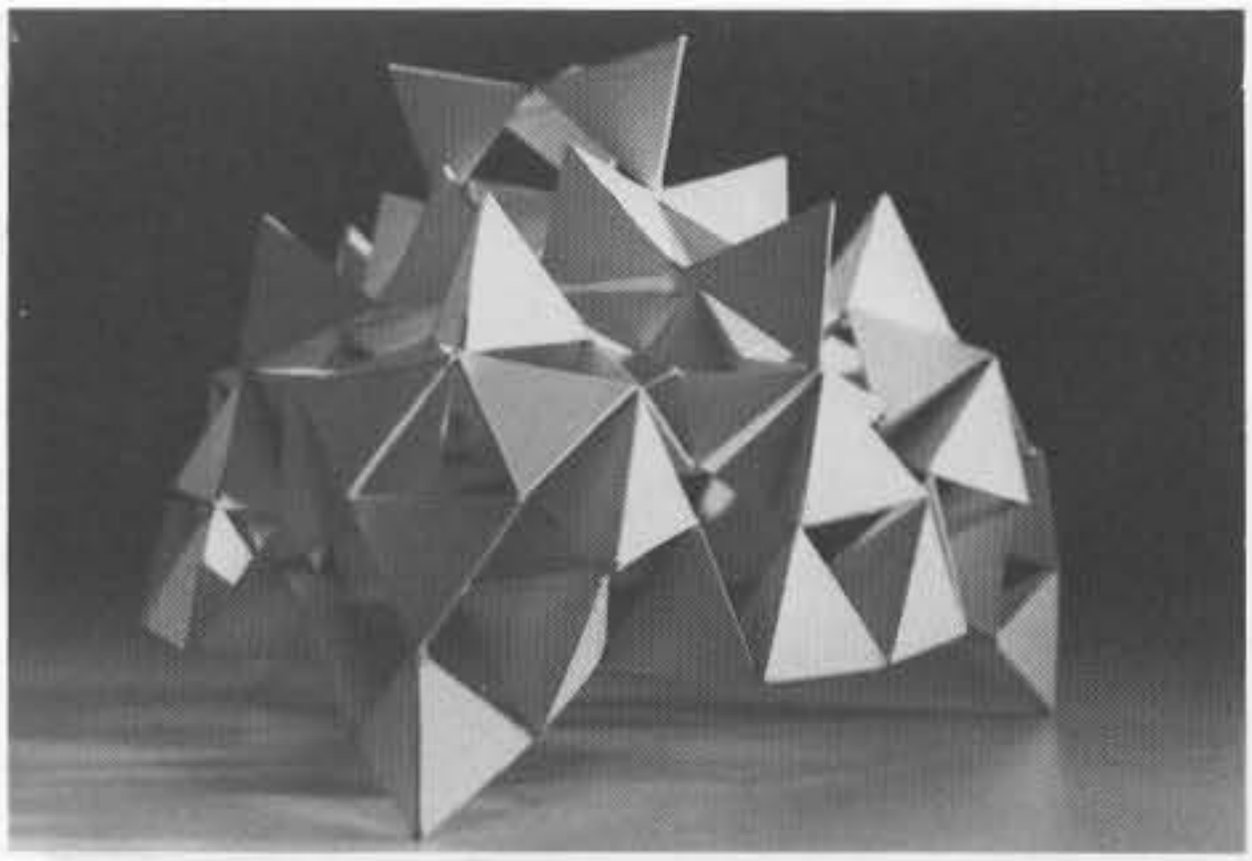


Figura 279. Una cantidad de teatraedros ha sido pegada conjuntamente, en un contacto por vértices. Estructuralmente, esto no es muy resistente, pero la forma da una sensación de apertura, aunque todas las caras de los teatraedros son sólidas.

280

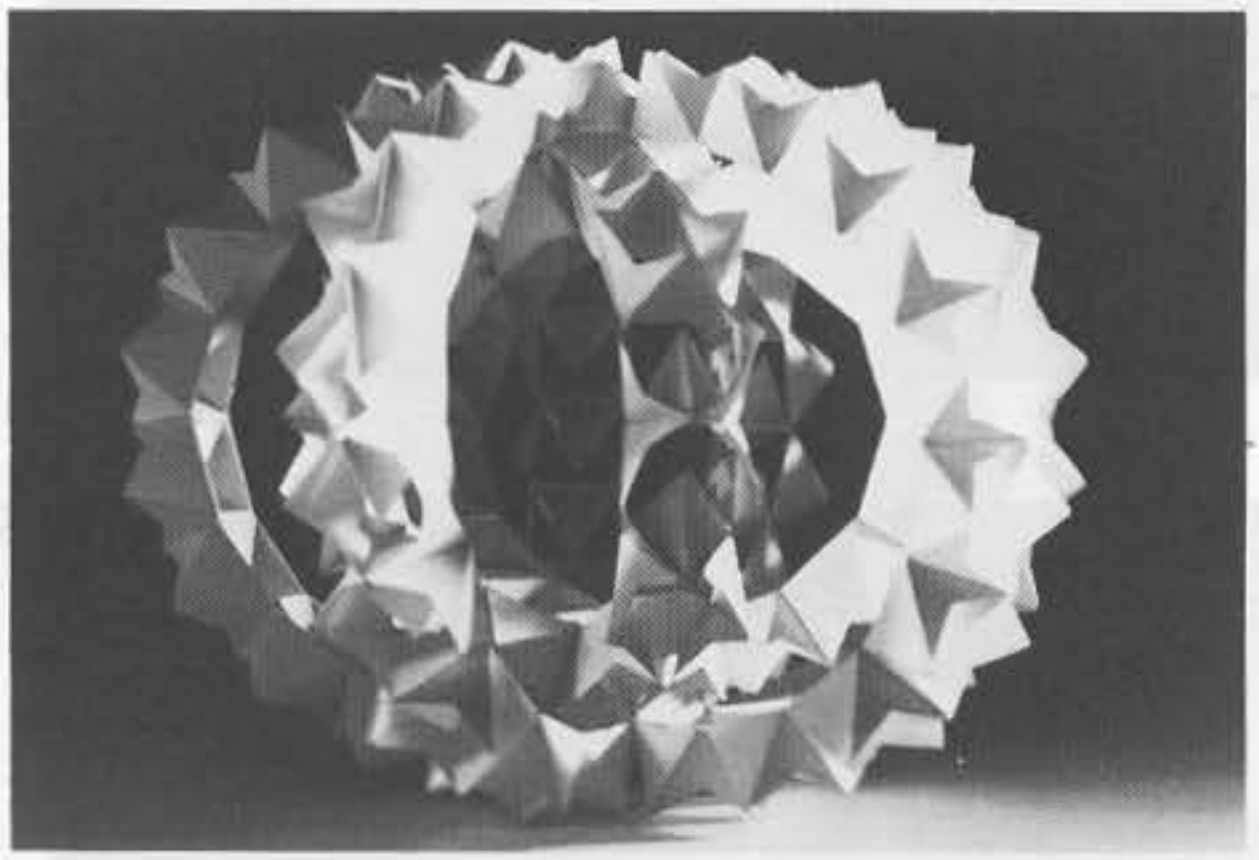


Figura 280. Cada módulo está hecho con diversos planos triangulares. Los módulos están pegados entre sí por contacto de caras, formando un anillo circular que es repetido varias veces en el diseño final.

281

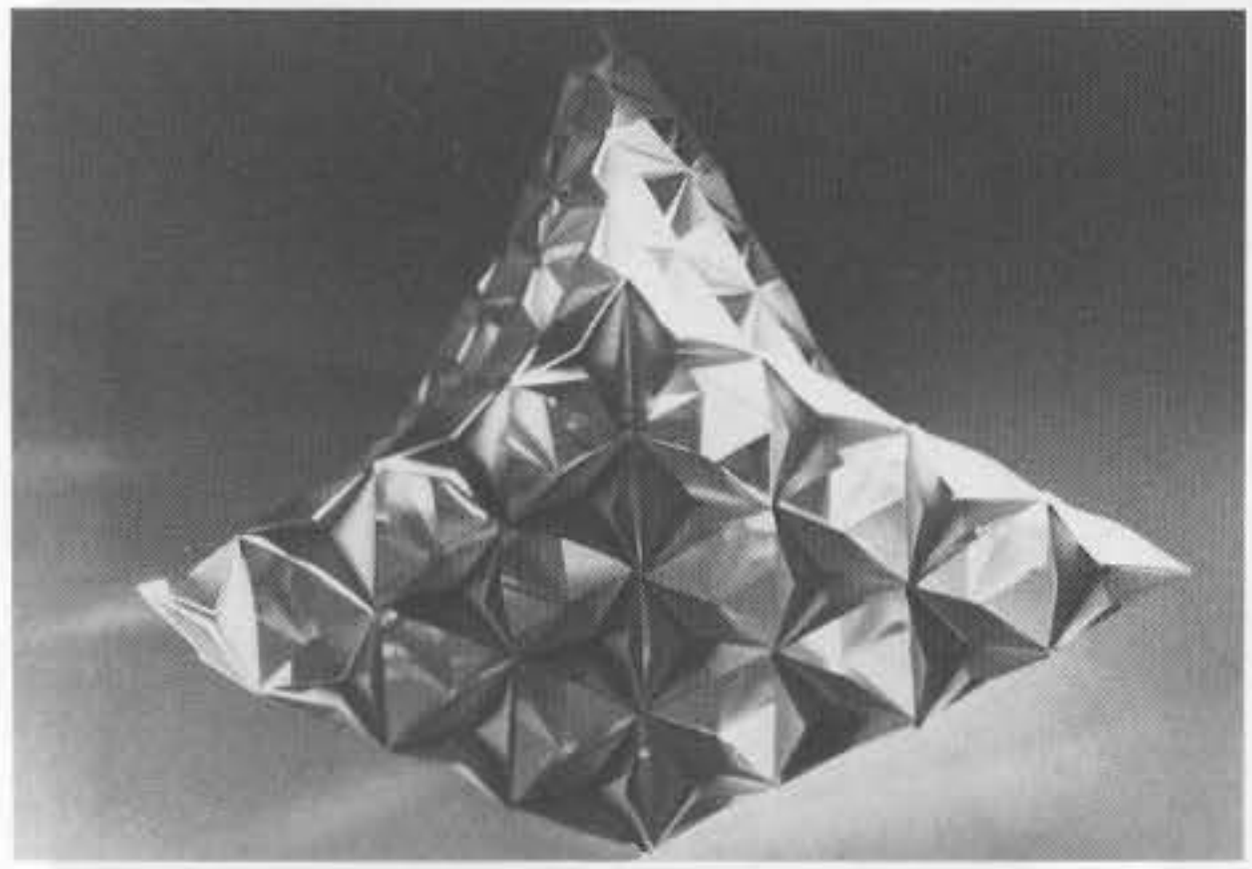
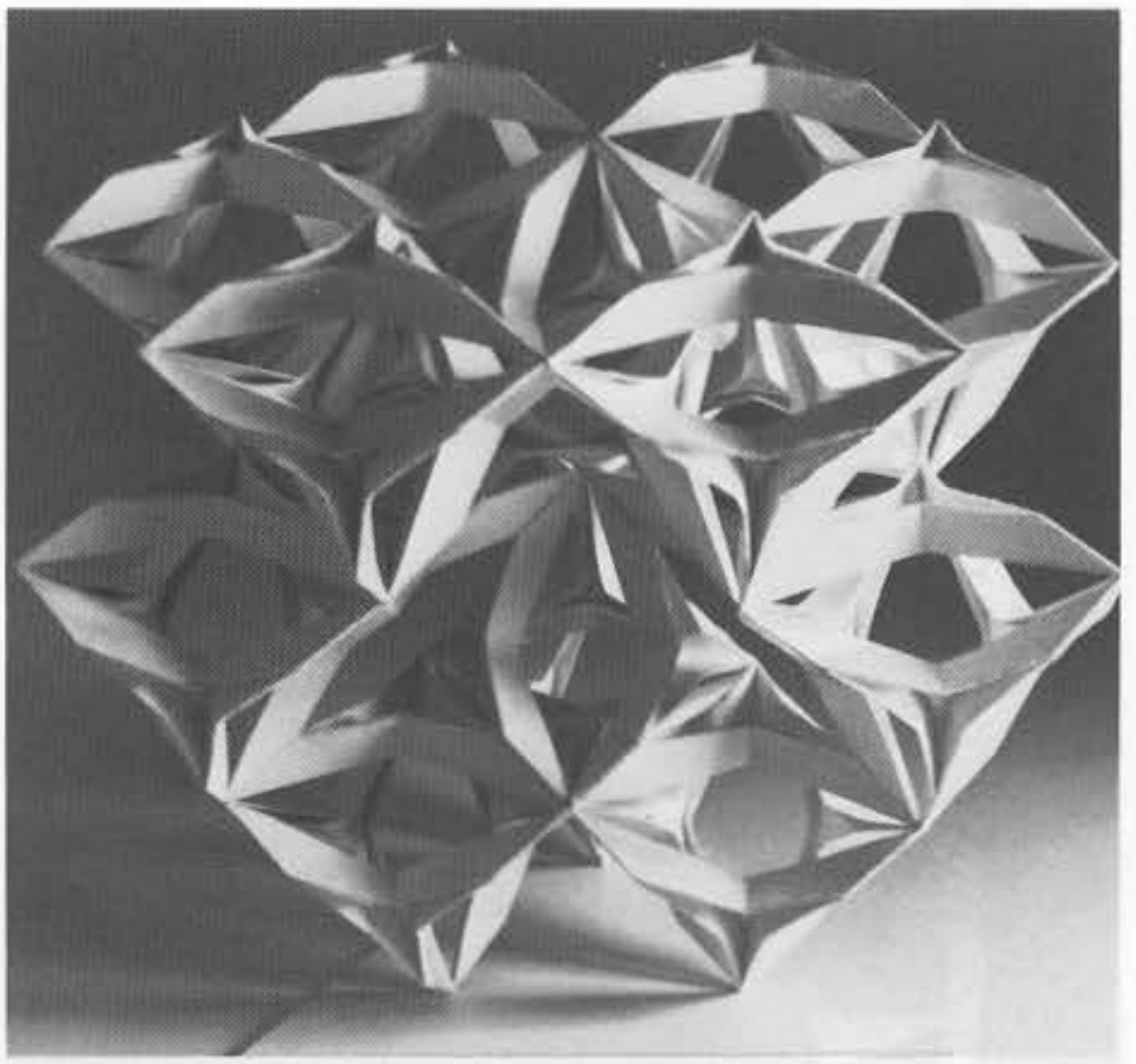


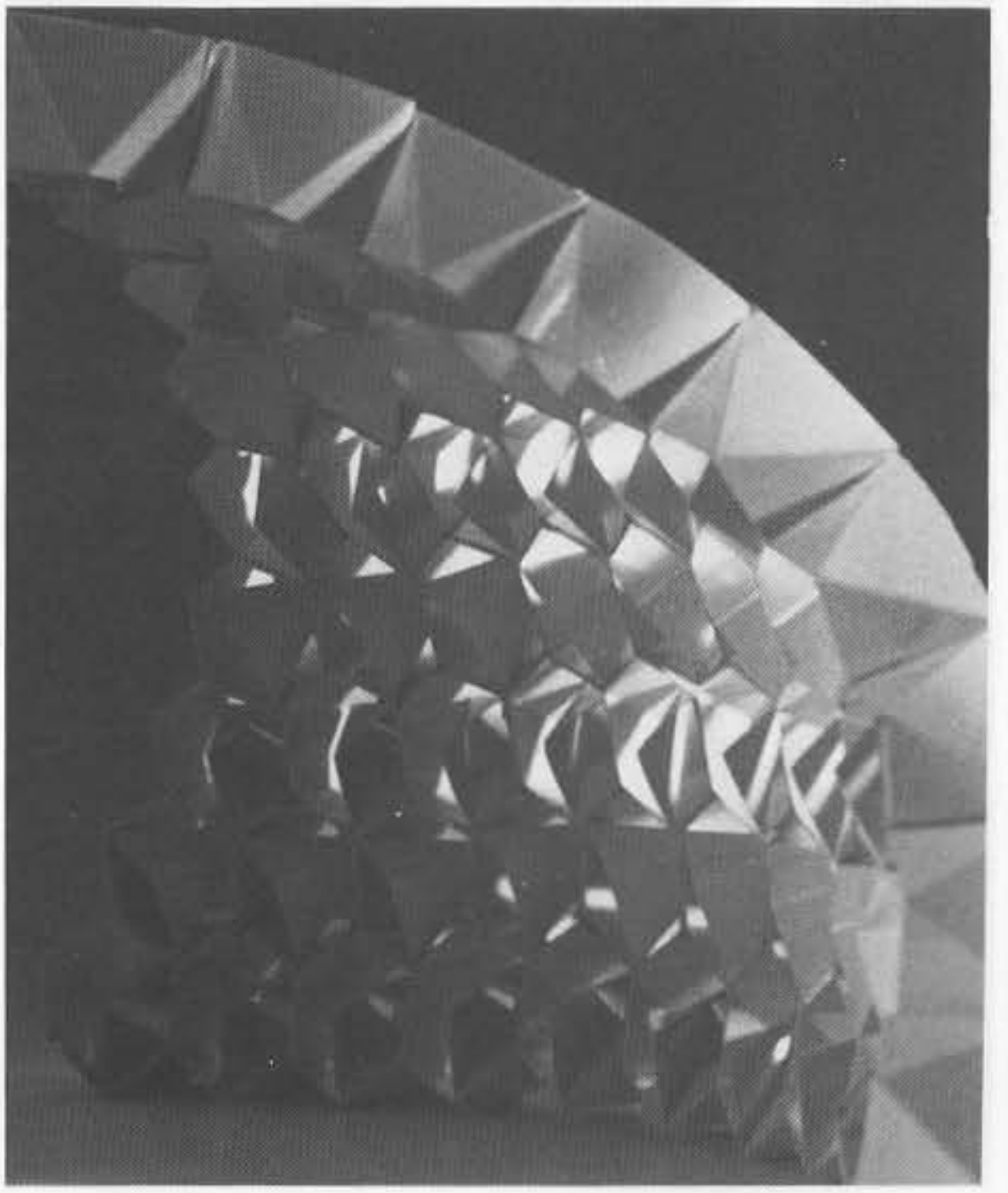
Figura 281. Tres planos triangulares plegados han sido utilizados para construir cada módulo. Veinte módulos, con un contacto por vértices, componen un gran supermódulo tetraédrico, cuatro de los cuales son entonces reunidos en un diseño.

Figura 282. Un elemento del módulo está construido con tres planos triangulares unidos y plegados. Cuatro de estos elementos, en contacto por vértices, componen un módulo, y estos módulos en contacto por vértices forman el diseño.



282

Figura 283. Cada módulo está compuesto por nueve triángulos unidos, tres de los cuales son isósceles y seis son rectangulares. Esto deriva a una figura prismática, con una figura triangular en un extremo y una hexagonal en el otro. Un elemento adicional, compuesto también de triángulos unidos, es colocado dentro de la figura prismática. El módulo es repetido cincuenta y cinco veces en una estructura triangular de pared, que no es lisa sino curvada.



283

284

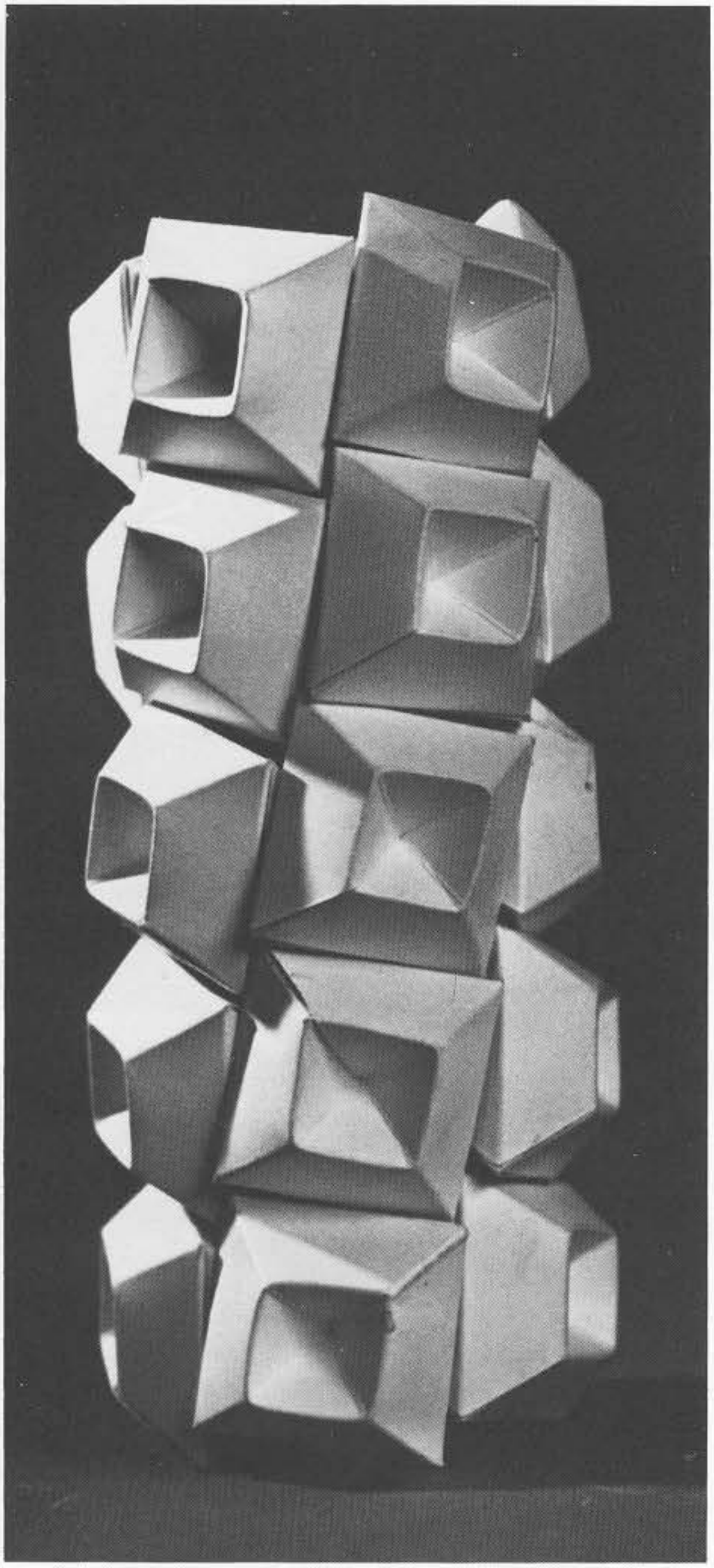


Figura 284. Hay veinticinco módulos en cinco capas o cinco columnas. Cada módulo es un octaedro con un vértice empujado hacia adentro. La estructura está construida por medio de contacto entre caras. Un aspecto interesante de este diseño es que cada columna no es perpendicular, sino inclinada con respecto a la base.

8. Estructura lineal

Construcción con planos

Hasta ahora hemos considerado formas tri-dimensionales, construidas por planos lisos de grosor parejo. Para construir cualquier forma geométrica sólida, que se componga de caras planas y de filos rectos, podemos cortar las figuras de las caras y pegarlas entre sí, con un refuerzo interno o sin él.

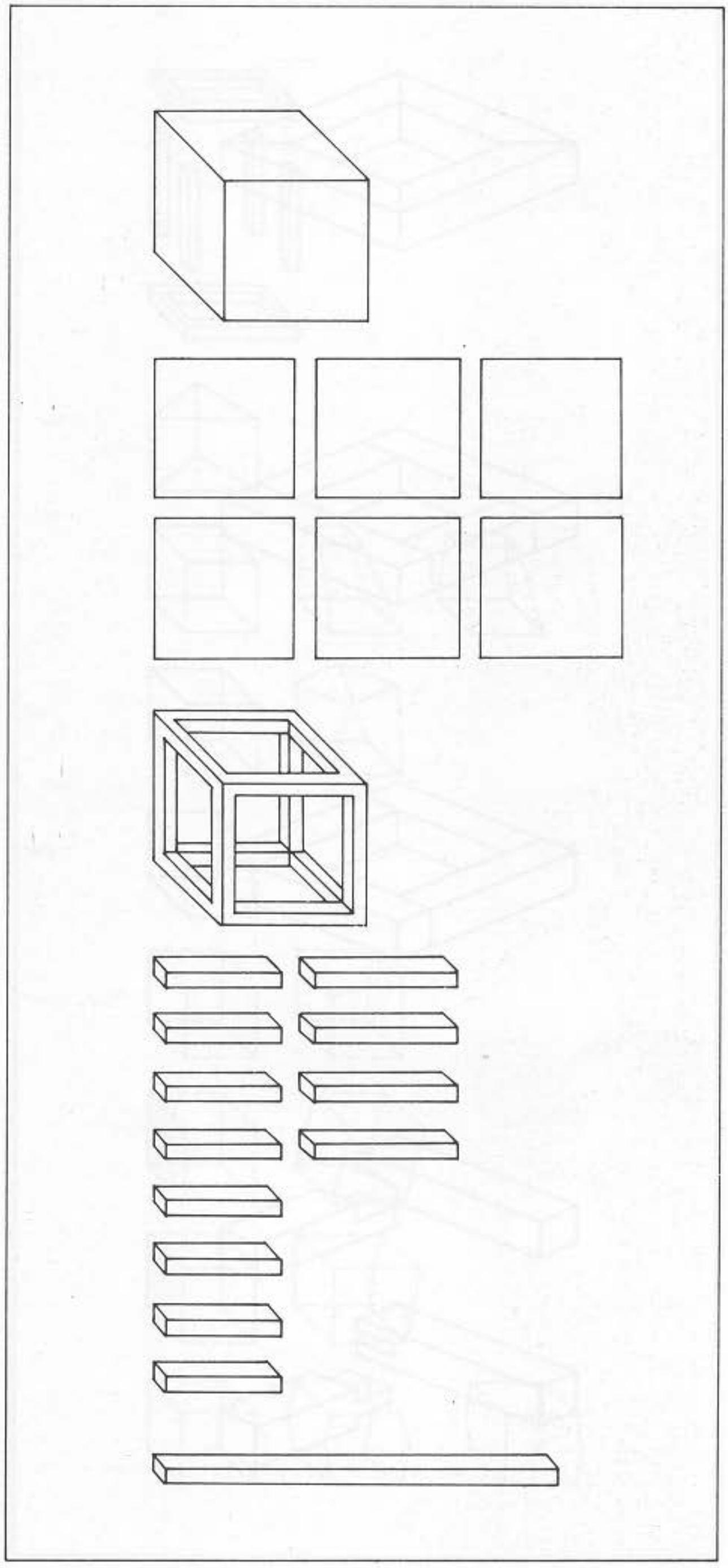
Por ejemplo, un cubo sólido se compone de seis caras cuadradas. Para construirlo se requieren seis planos cuadrados. El grosor de estos planos es visualmente insignificante, porque normalmente queda oculto (fig. 285).

Construcción con líneas

Todas las formas geométricas con filos rectos pueden ser reducidas a una estructura lineal. Para construirla, cada filo es transformado en materiales lineales, que marcan los bordes de las caras y forman los vértices donde se unen.

En toda forma geométrica hay siempre más filos que caras. Por lo tanto, la construcción con líneas es más complicada que la construcción con planos. Usando otra vez el cubo como ejemplo, hay sólo seis caras, pero hay doce filos, y los doce filos se convierten en doce varillas lineales que deben quedar conectadas para construir el marco lineal de un cubo (fig. 286).

En nuestra exploración de las relaciones lineales, los elementos pueden

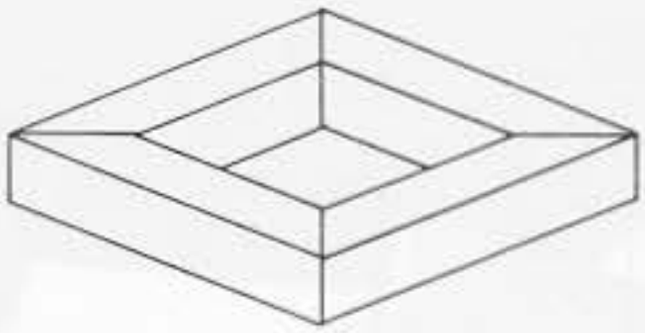


285

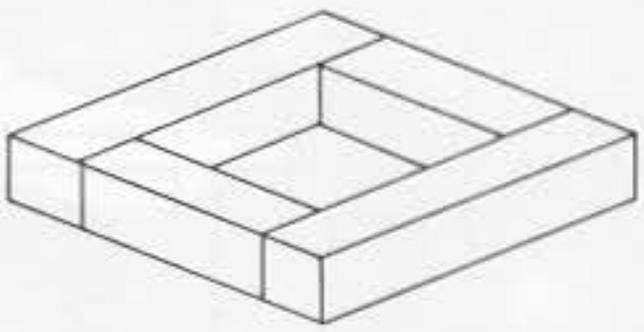
286

287

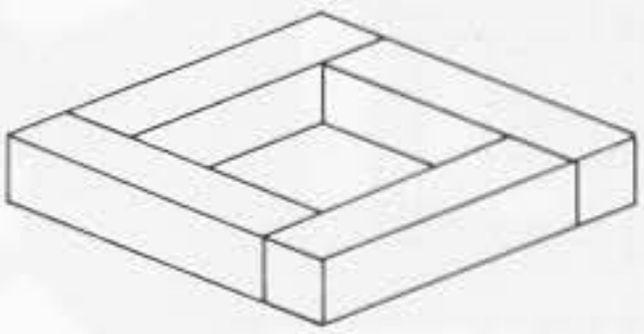
288



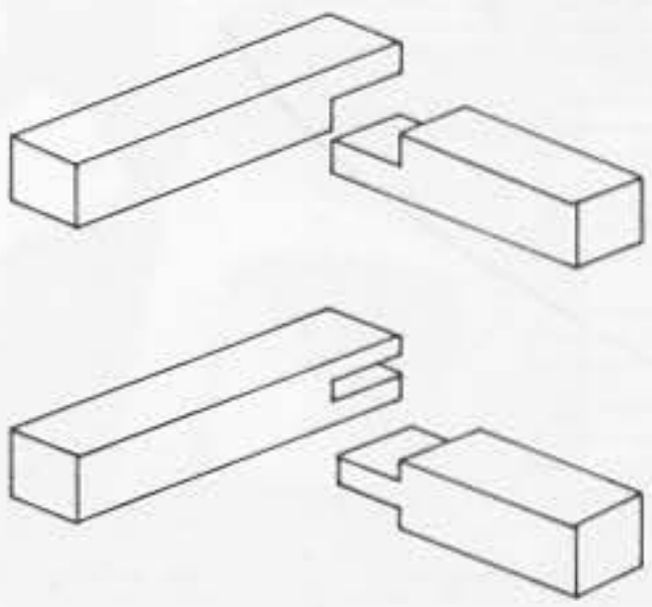
289



290



291



ser barras de madera, con extremos cuadrados. En realidad, las figuras son prismas alargados, con sus propias caras, filos y extremos (fig. 287).

Uniones

Para usar varillas de madera en la construcción, necesitamos primero saber sobre sus uniones. Para construir un marco cuadrado chato, se pueden cortar en inglete cuatro varillas de madera de la misma longitud y pegarlas juntas. Tales uniones son nítidas y bastante fuertes (fig. 288).

Una forma más simple de hacer un marco cuadrado chato es utilizar dos varillas más largas y dos más cortas, con extremos cuadrados. Los extremos de las piezas más cortas son pegados a las caras laterales de las más largas. La longitud de las piezas más largas es igual a la medida externa del marco cuadrado, mientras la longitud de las más cortas es igual a la medida interna del marco (fig. 289).

Podemos usar asimismo cuatro varillas de madera, con extremos cuadrados y de la misma longitud. Ésta es la forma más simple de hacer un marco cuadrado. La medida externa del marco final es la suma de la longitud y del ancho de cada varilla, y la medida interna es la diferencia entre la longitud y el ancho de esas varillas (fig. 290).

Las uniones hechas con extremos cuadrados no son tan fuertes como las hechas con extremos cortados en inglete. Pueden hacerse extremos más fuertes si el extremo de una varilla de madera se superpone al de la otra, cortando una porción de ambas. Esto se denomina unión de media-falda. Para una resistencia mayor, pueden hacerse uniones machihembradas, de mayor complicación. Pero ciertamente, para modelos pequeños, las uniones com-

plicadas no son necesarias (fig. 291).

Componentes de la estructura lineal

Con un marco cuadrado por arriba y por debajo, sólo necesitamos cuatro varillas de madera para soporte, cortadas a la medida interna del marco cuadrado, y podremos erigir el cubo (fig. 292).

Las variaciones sobre la estructura lineal del cubo pueden hacerse de una o más de las siguientes maneras:

a) El marco superior o inferior puede ser ciertamente de una figura distinta al cuadrado (fig. 293).

b) El marco superior puede tener la misma figura y tamaño que el inferior, o puede ser de la misma figura pero distinto tamaño (fig. 294).

c) La dirección del marco superior puede ser igual o diferente a la del marco inferior (fig. 295).

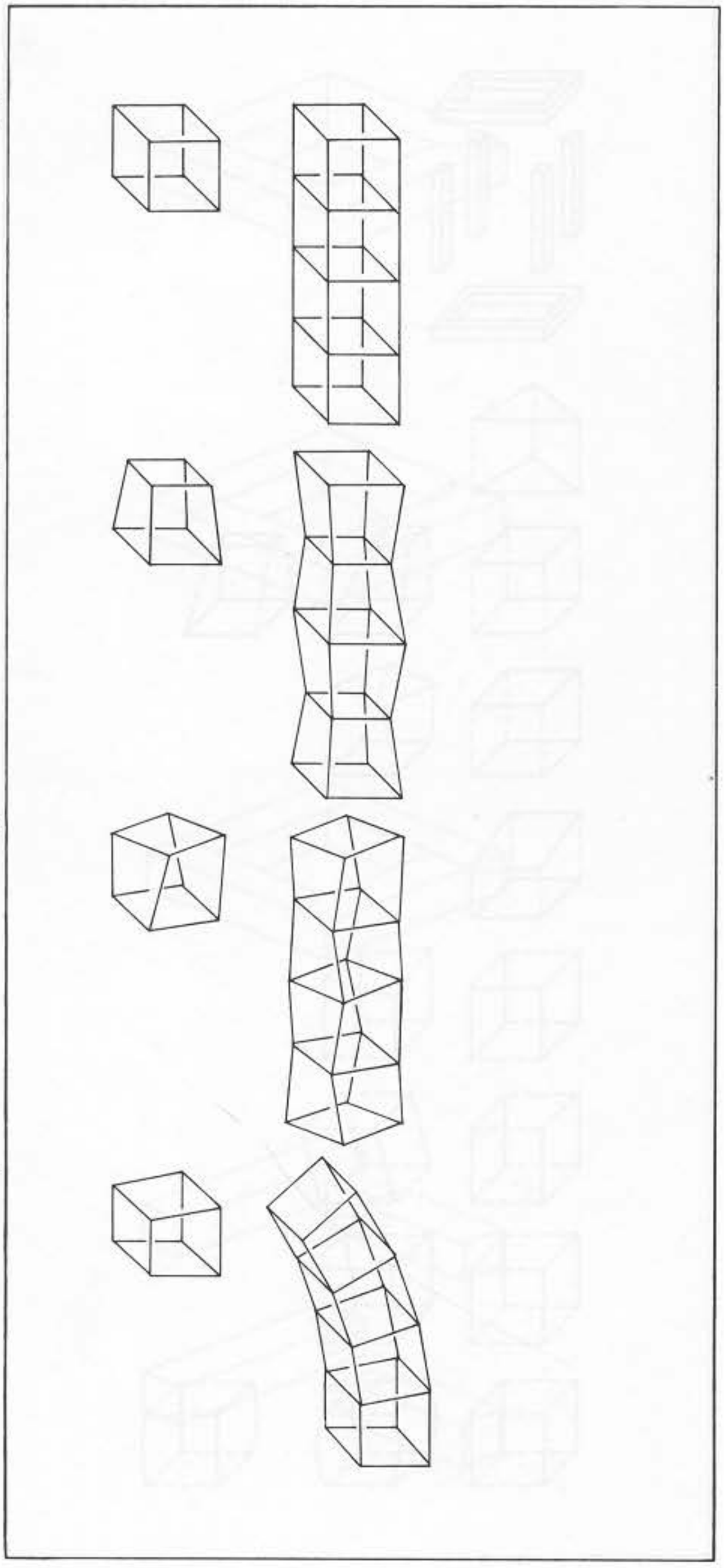
d) El marco superior puede estar inclinado y no ser paralelo al plano del inferior (fig. 296).

e) Las varillas de soporte pueden ser de una misma longitud o de distintas longitudes (fig. 297).

f) Las varillas de soporte pueden ser todas perpendiculares al marco inferior o formar un ángulo con él (fig. 298).

g) Las varillas de soporte pueden ser paralelas o no paralelas entre sí (fig. 299).

h) Las varillas de soporte pueden ser rectas, quebradas o una combinación de ambos tipos (fig. 300).



Repetición del marco lineal

Hasta ahora hemos visto cómo puede construirse un marco lineal simple. Para avanzar un poco más, podemos repetir la sección del marco, tantas veces como se desee, colocando una unidad sobre la otra. Cada sección puede ser considerada como un módulo.

Si cada módulo tiene marcos paralelos, arriba y abajo, de la misma figura, tamaño y dirección, con varillas paralelas de soporte de igual longitud, podemos obtener una estructura vertical de filos rectos, colocando un módulo sobre el otro (fig. 301).

Normalmente, el marco superior del módulo de abajo se convierte en el marco inferior del módulo de arriba.

Si cada módulo tiene marcos paralelos, arriba y abajo, de la misma dirección, pero no del mismo tamaño, eso supone que las varillas de soporte, aunque sean de una misma longitud, no pueden seguir siendo paralelas entre sí, y la estructura resultante tendrá filos en zigzag (fig. 302).

Si cada módulo tiene marcos paralelos, arriba y abajo, de la misma figura y tamaño, pero no en la misma dirección, esto supone que, también aquí, las varillas de soporte no pueden ser paralelas entre sí, y la estructura resultante tendrá un cuerpo retorcido (fig. 303).

Si cada módulo tiene marcos no paralelos, arriba y abajo, de la misma figura y tamaño, esto supone que las varillas de soporte deberán tener longitudes desiguales, y la estructura resultante tendrá un cuerpo curvado o torcido (fig. 304).

Agrupamiento de módulos repetidos

Los módulos repetidos pueden ser agrupados para que la parte inferior del módulo de arriba no coincida exactamente con la parte superior del módulo de abajo. Los módulos pueden ser desplazados gradualmente en posición o en dirección (fig. 305).

La columna así creada puede ser colocada horizontalmente, sea porque no podría permanecer estable en posición vertical o sea por razones estéticas (fig. 306).

En estructuras más complejas pueden utilizarse columnas repetidas.

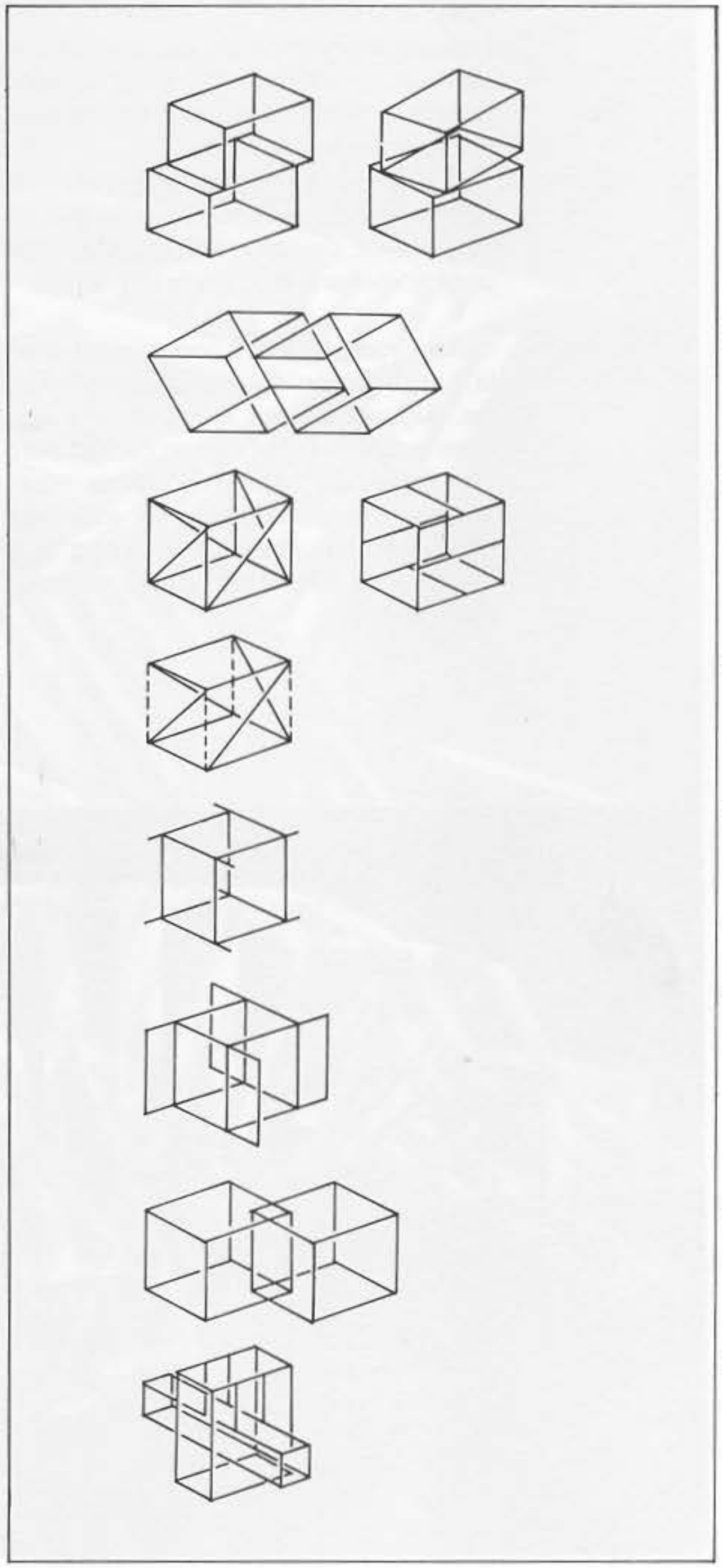
Agregado y sustracción

Dentro de los marcos superior e inferior, o entre las varillas de soporte, o dentro del espacio definido por el marco lineal, pueden colocarse figuras lineales adicionales, para reforzar la estructura o simplemente para hacerla más interesante (fig. 307).

Después de este soporte adicional, es posible que algunas o todas de las varillas de soporte originales, o parte de los marcos superior o inferior, puedan ser retiradas por razones estéticas u otras (fig. 308).

Las varillas que componen el marco superior o inferior, o que están entre los dos marcos, pueden exceder la longitud del cubo (fig. 309).

Pueden formarse marcos adicionales, fuera de la estructura lineal (fig. 310).



305

306

307

308

309

310

311

312

Interpenetración
La interpenetración ocurre cuando una parte de una estructura lineal se sitúa dentro del espacio definido por otra estructura lineal (fig. 311).

Una estructura lineal más pequeña puede quedar suspendida dentro de otra mayor, con elementos adicionales para sostenerla o colgarla (fig. 312).

Las figuras 313 a 318 son proyectos en la construcción de enmarcados lineales. Algunos de los ejemplos en capítulos anteriores, hechos en cartón, pero con todas las caras recortadas hasta los filos, también pueden ser examinados como proyectos de este tipo. Son las figuras 196, 198, 200 y posiblemente 277.

313

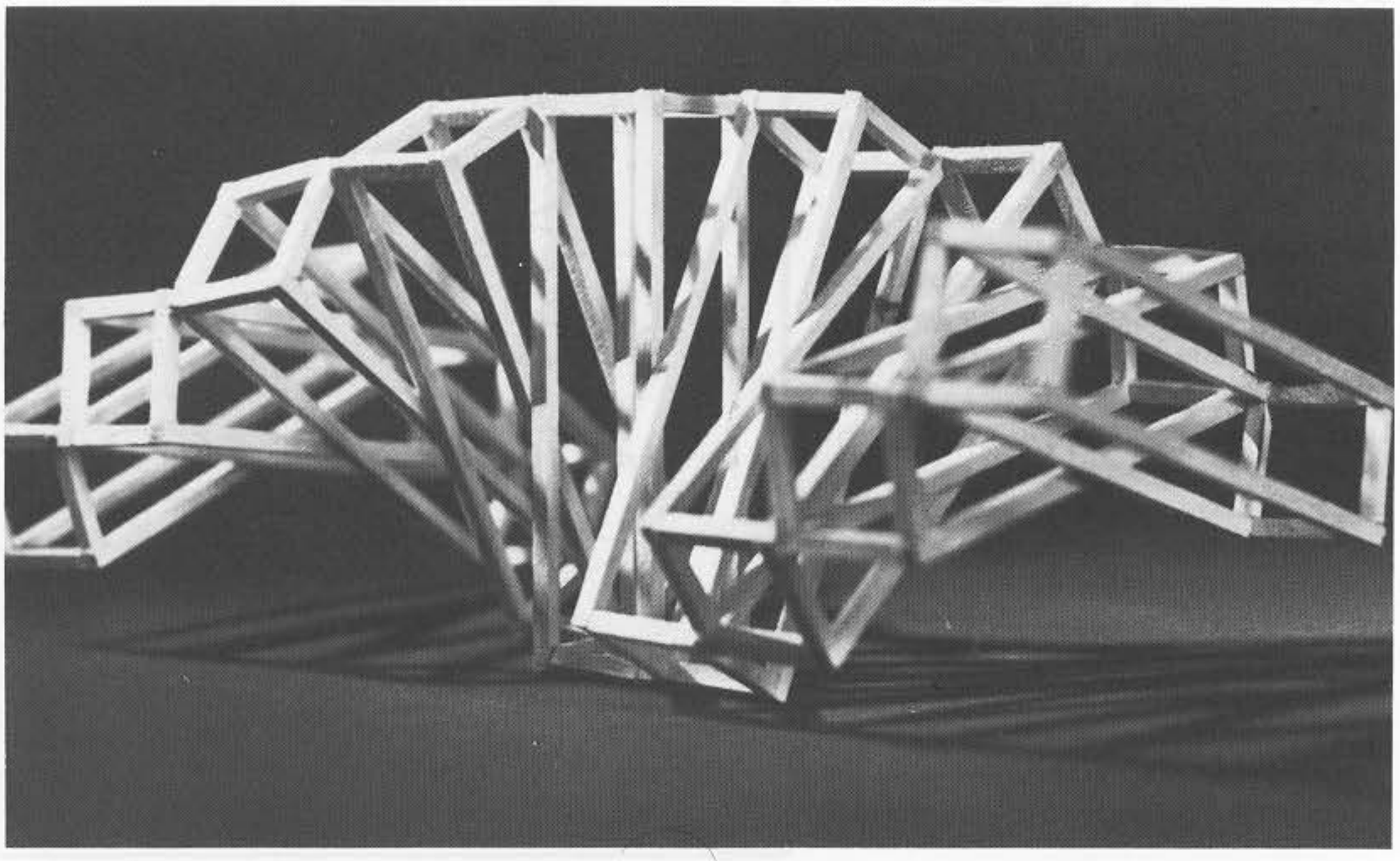
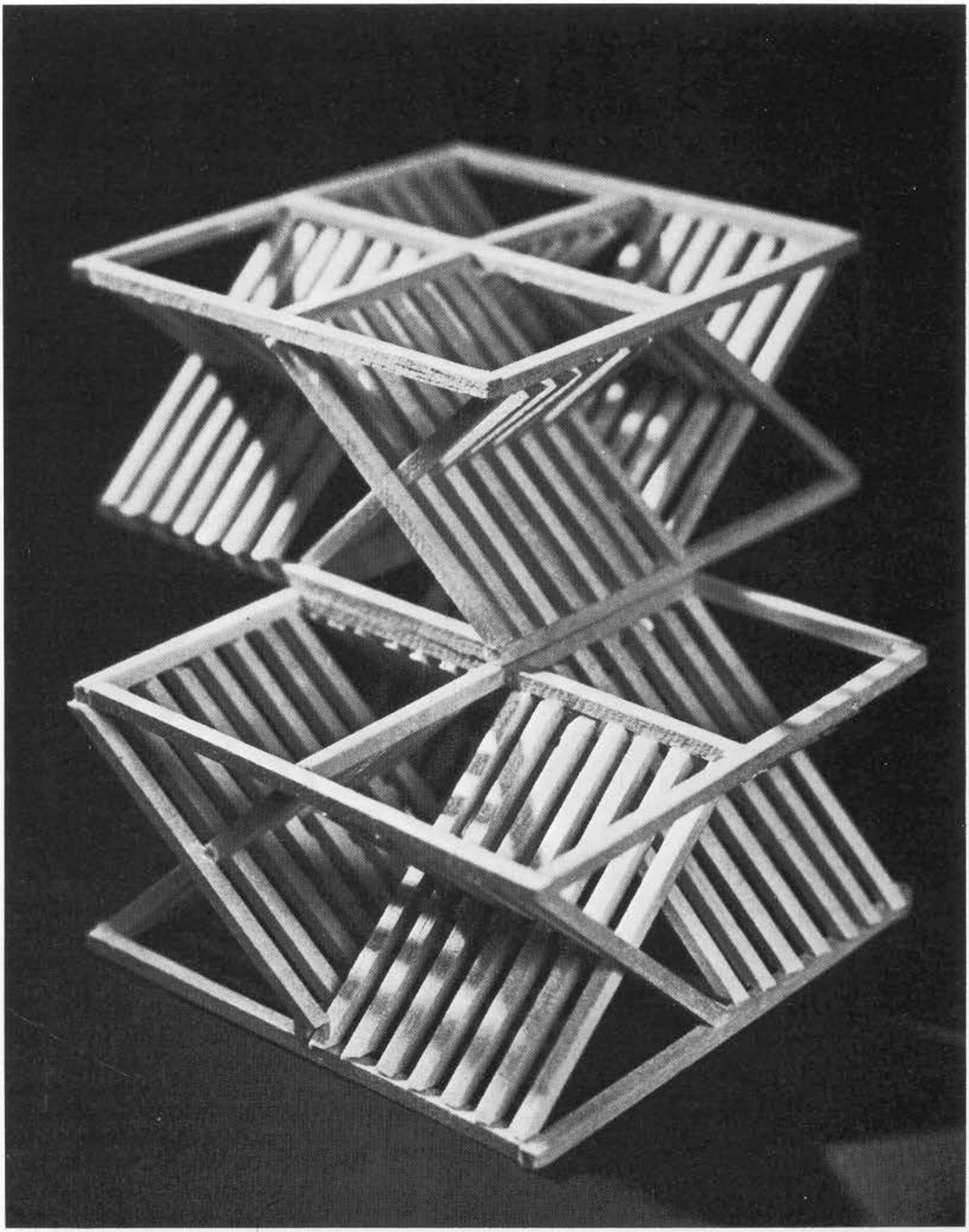


Figura 313. Aquí se han utilizado nueve módulos de enmarcado lineal. Cada módulo está construido con dos marcos cuadrados y cuatro varillas de soporte, de la misma longitud. Los módulos se unen entre sí en rotación de dirección.

Figura 314. Esta estructura se compone de dos módulos, cada uno de ellos dividido en cuatro secciones. Una sección del módulo de arriba se superpone a una sección del módulo inferior. Se han trazado líneas diagonales dentro de los módulos, reemplazando a todas las varillas verticales de soporte.

314



315

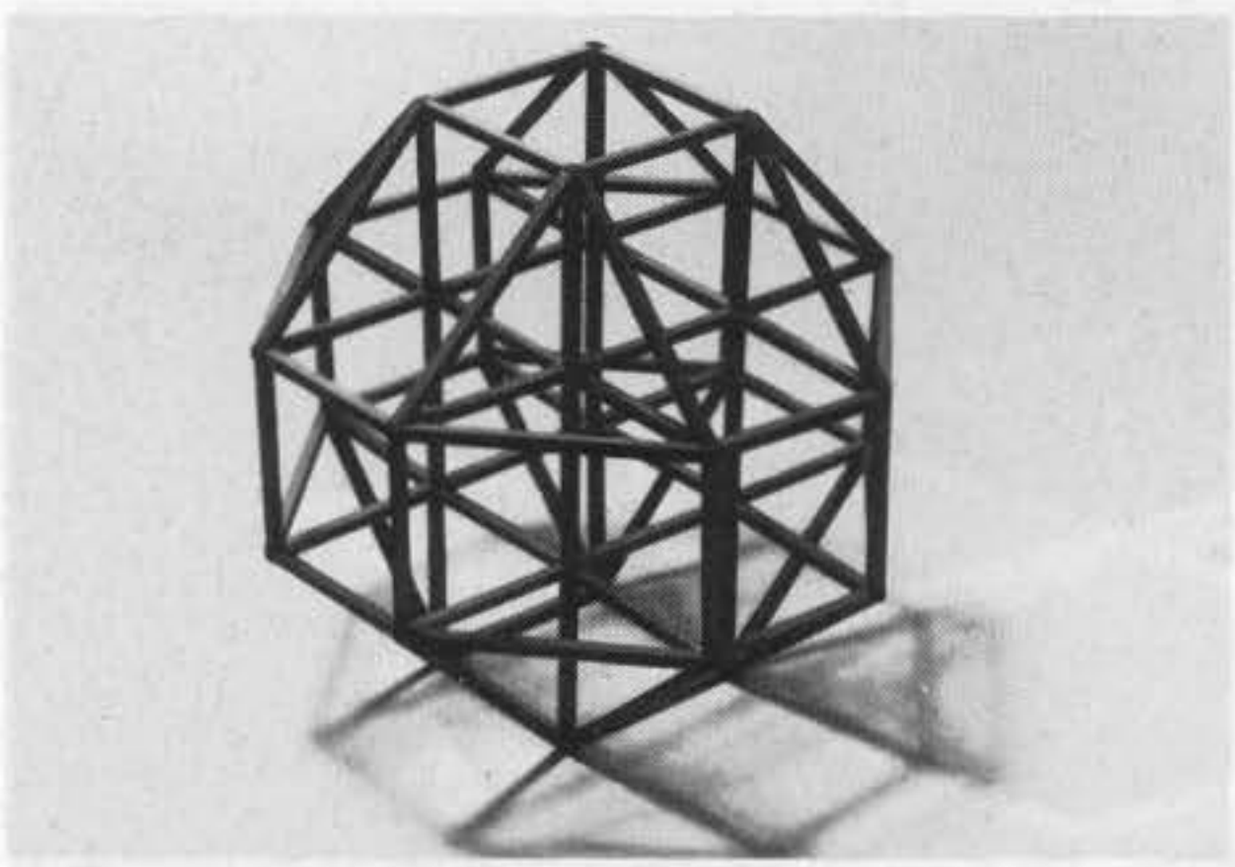


Figura 315. La estructura es un rombo-cubo-octaedro, dentro del cual se han desarrollado elementos lineales adicionales que unen a los vértices.

Figura 316. Aquí cada módulo es la estructura de un cubo y los módulos están dispuestos en gradación de tamaño y de dirección, uno dentro de otro.

Figura 317. Hay cuatro módulos en este diseño. Cada módulo era originalmente la estructura de un cubo, pero casi todos sus elementos verticales y horizontales han sido quitados, tras agregar elementos diagonales a la estructura.

316

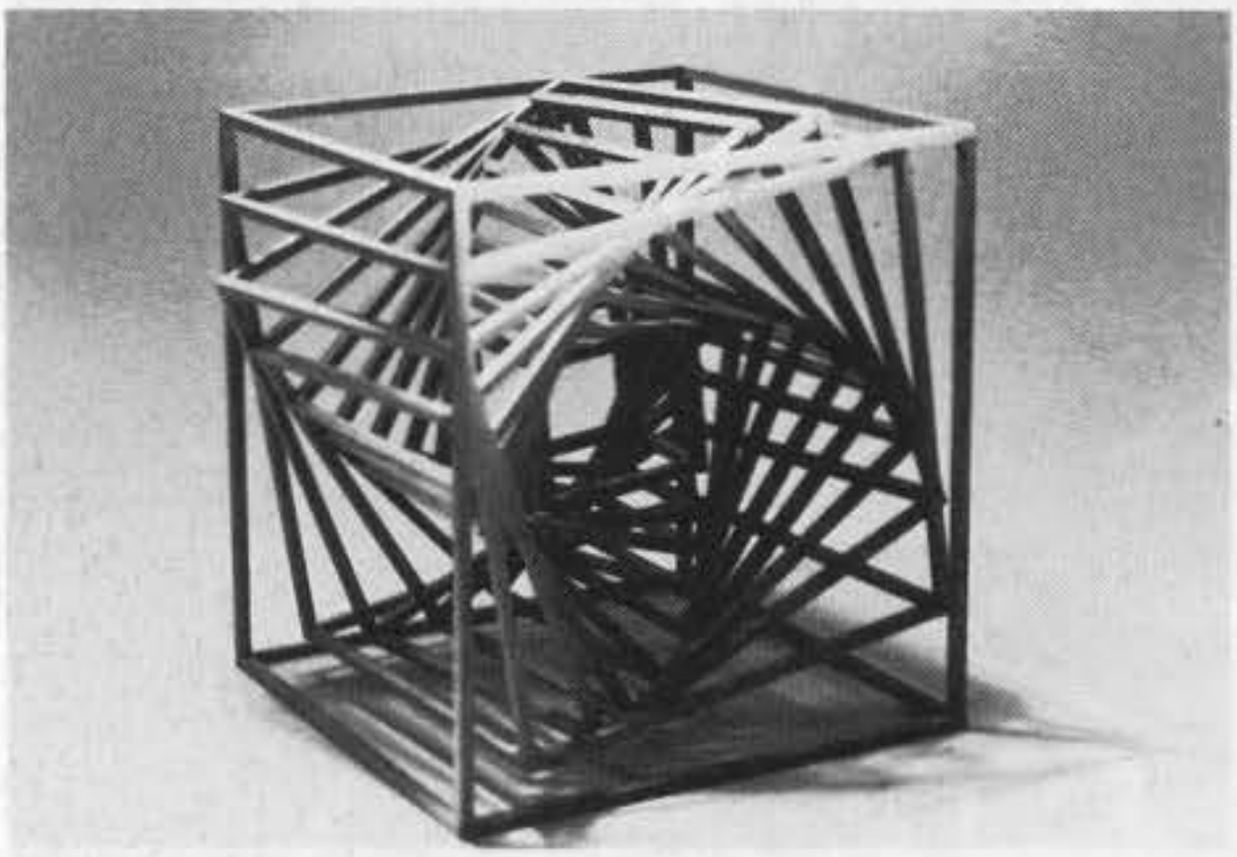
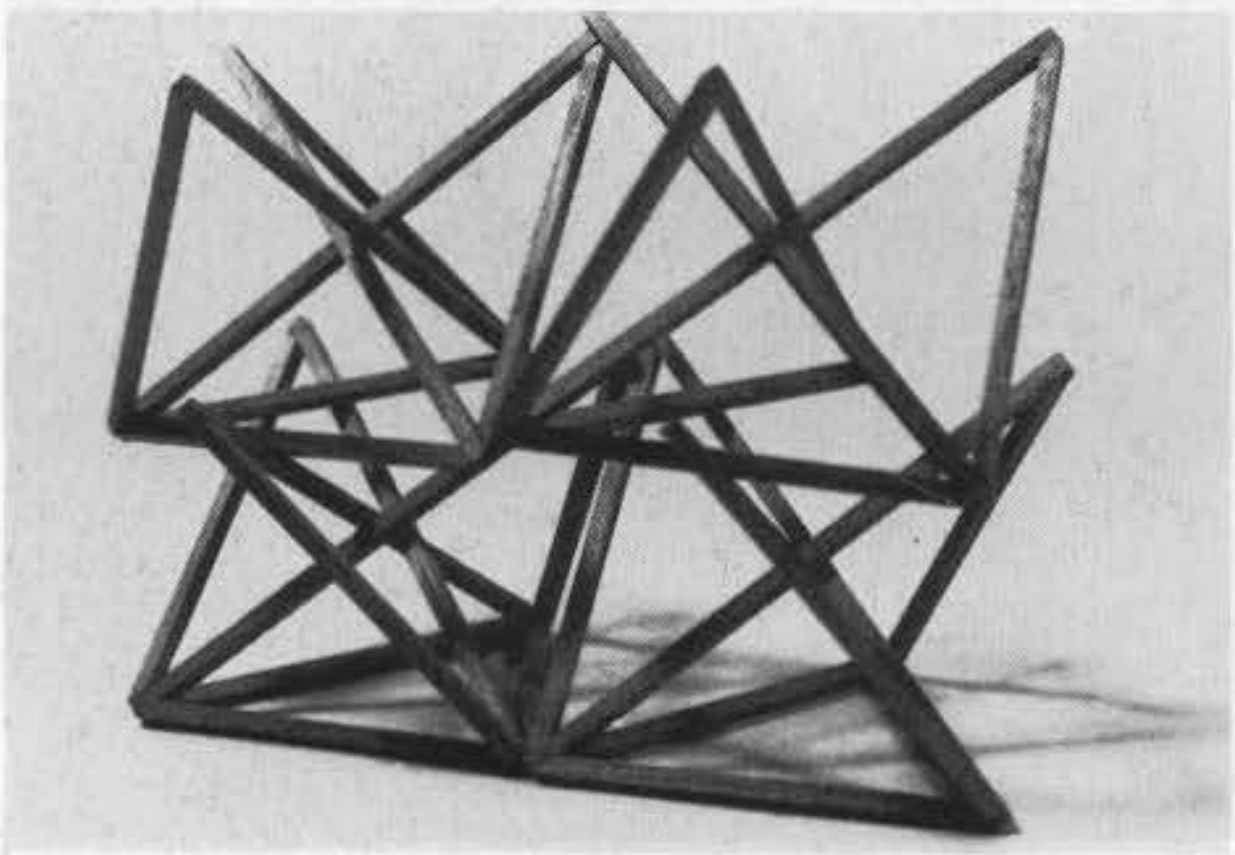
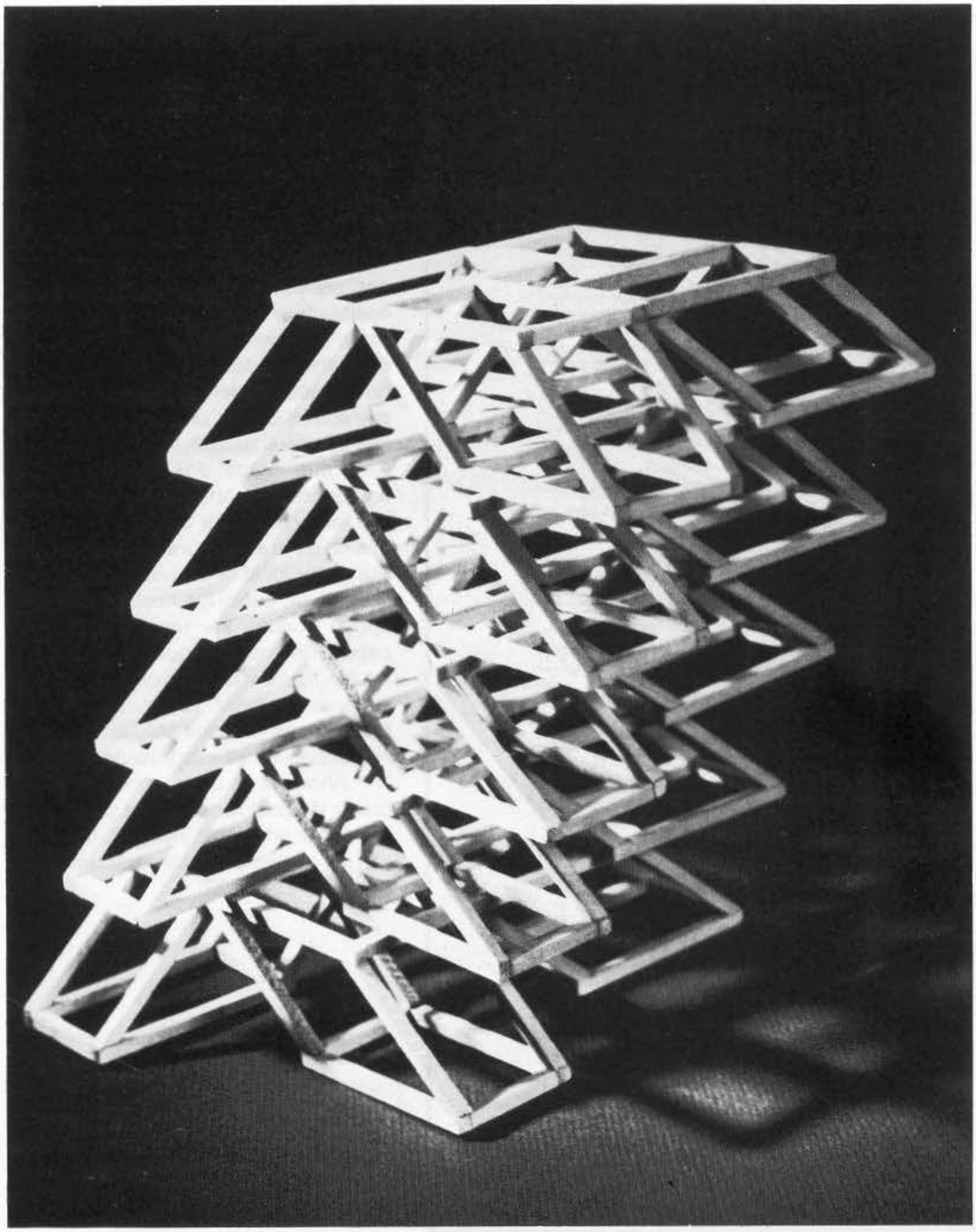


Figura 318. La estructura contiene cinco capas, con cuatro módulos en cada capa. Cada módulo es una figura prismática inclinada.

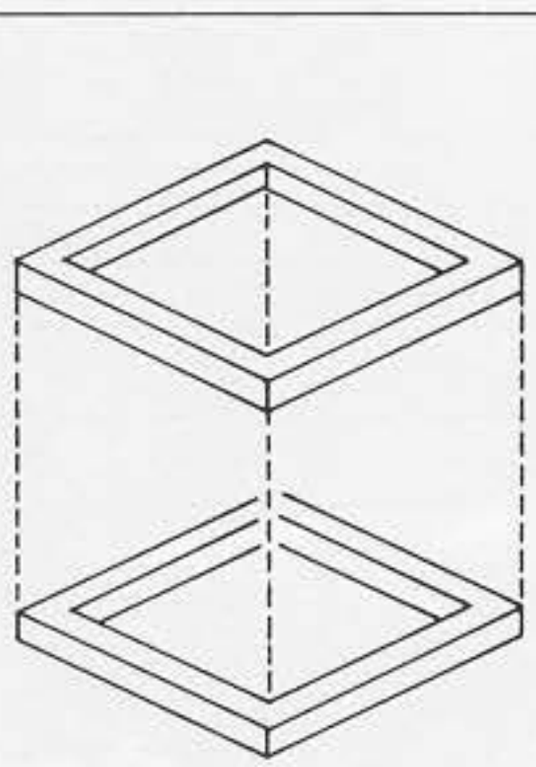
317



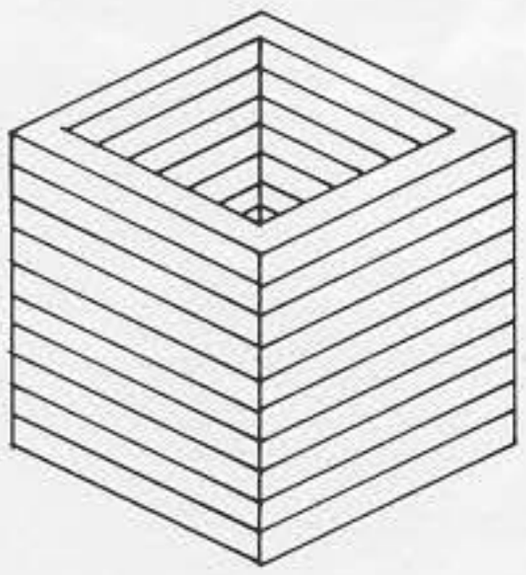
318



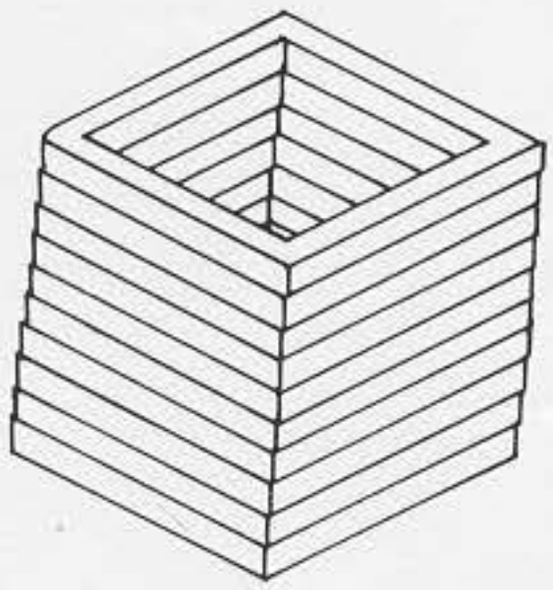
319



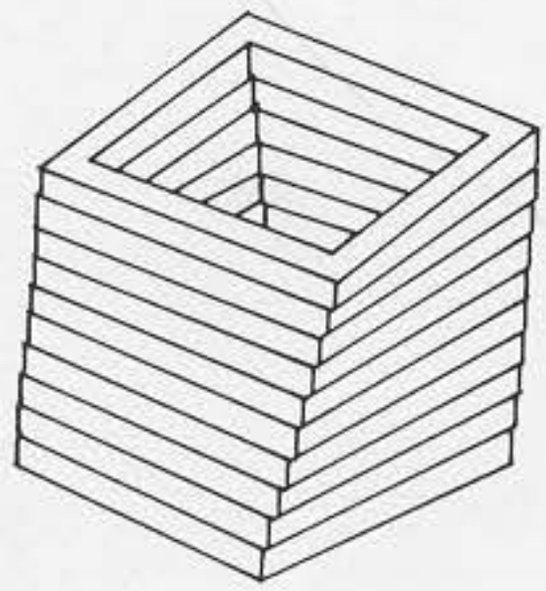
320



321



322



9. Capas lineales

Construcción de capas lineales

En el último capítulo vimos cómo pueden ser construidas las estructuras lineales. Si retiramos las varillas de soporte de una estructura lineal, nos quedan un marco superior y uno inferior, que pueden ser considerados como dos capas: una capa superior y una inferior (fig. 319).

Entre estas dos capas pueden agregarse una cantidad de capas intermedias, y la figura así erigida será la misma de la estructura lineal de origen. Por ejemplo, si la estructura tiene la figura de un cubo, las cuatro varillas de apoyo pueden ser reemplazadas por capas de marcos cuadrados, de la misma figura y tamaño que los marcos superior e inferior. La figura resultante tiene planos laterales sólidos, pero planos superior e inferior huecos (fig. 320).

Ahora, si se desea, podemos desplazar las posiciones de las capas para conseguir un prisma inclinado (fig. 321).

O podemos rotar gradualmente cada capa (fig. 322).

Variaciones y posibilidades

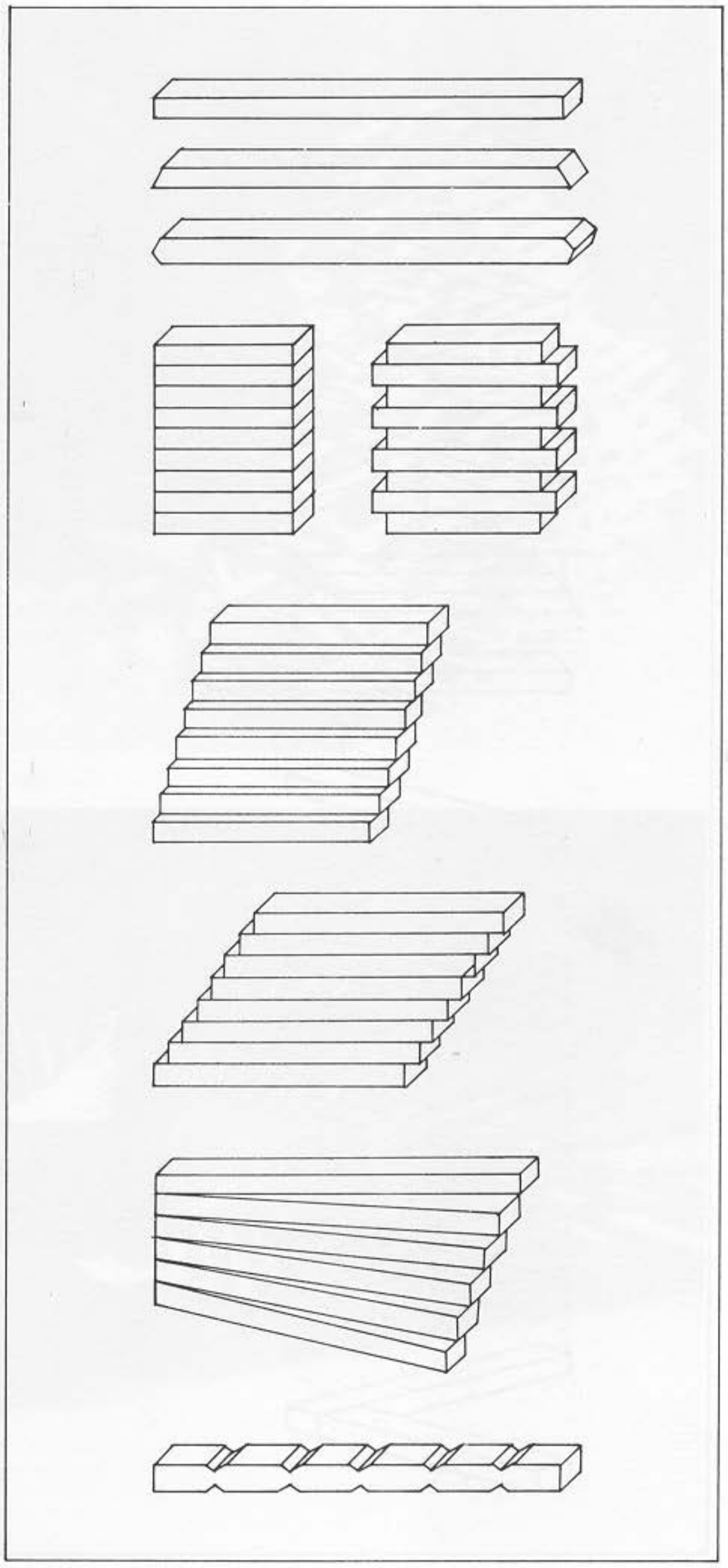
Para simplificar nuestra idea, podemos utilizar una sola varilla de madera por cada capa, y ver qué variaciones y posibilidades podemos tener.

Ante todo, los dos extremos de la varilla pueden ser cortados en la forma que se crea deseable (fig. 323).

Al construir las capas, las varillas pueden ser todas de una misma longitud o de longitudes variables (fig. 324).

Podemos colocar una varilla directamente encima de otra, pero también podemos disponerlas en gradación de posición o de dirección (fig. 325).

El cuerpo de la varilla puede ser tratado de alguna manera especial (fig. 326).



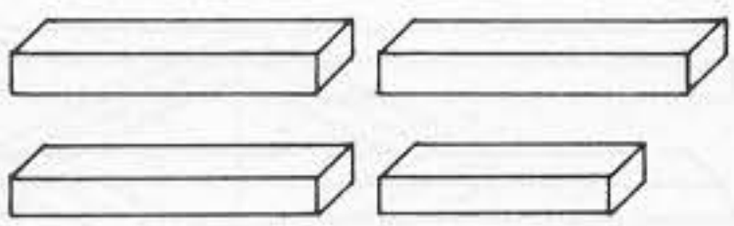
323

324

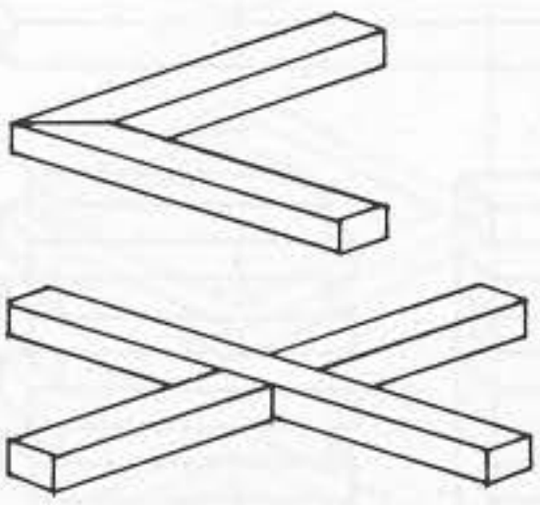
325

326

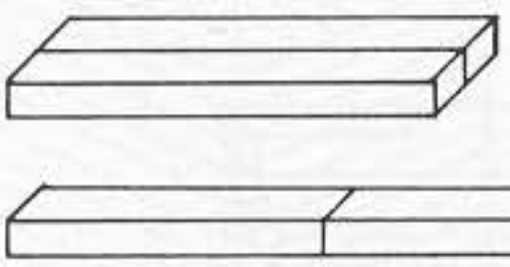
327



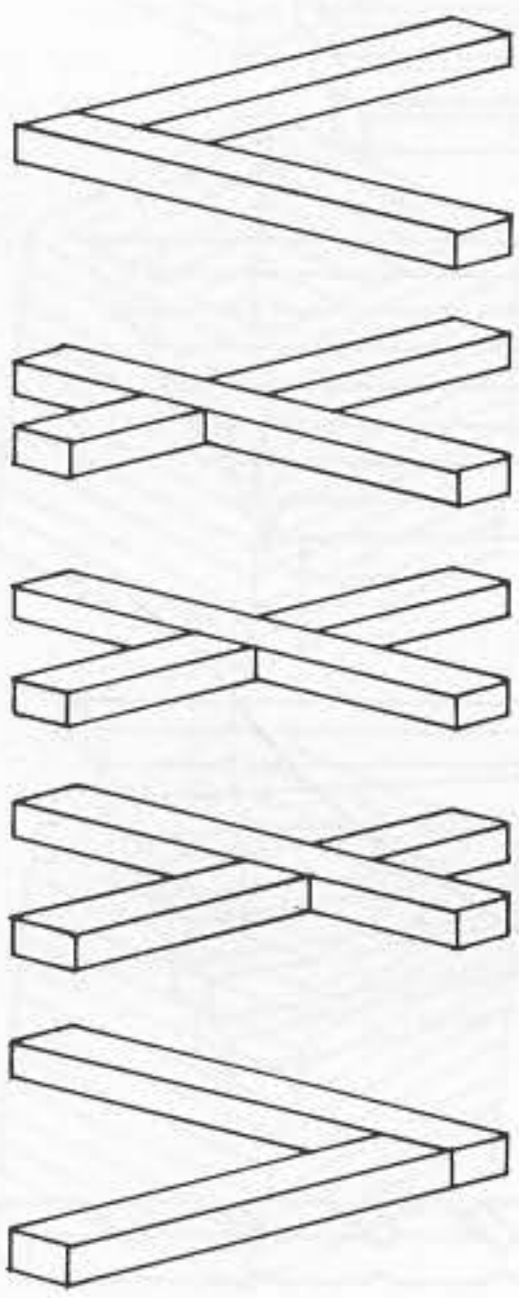
328



329



330



Gradación de figura en construcción por capas

Las posibilidades en gradación de figura pueden ser exploradas cuando tenemos más de una varilla de madera en cada capa. Supongamos que tenemos dos varillas en cada capa de nuestra construcción. Las dos varillas pueden ser de la misma o de diferente longitud (figura 327).

Pueden ser unidas en un extremo, para formar una figura en V, o pueden cruzarse entre sí para formar una figura en X. El ángulo de unión o de cruce puede variar de una capa a la siguiente (fig. 328).

Ambas pueden ser adheridas en forma lateral o longitudinal (fig. 329).

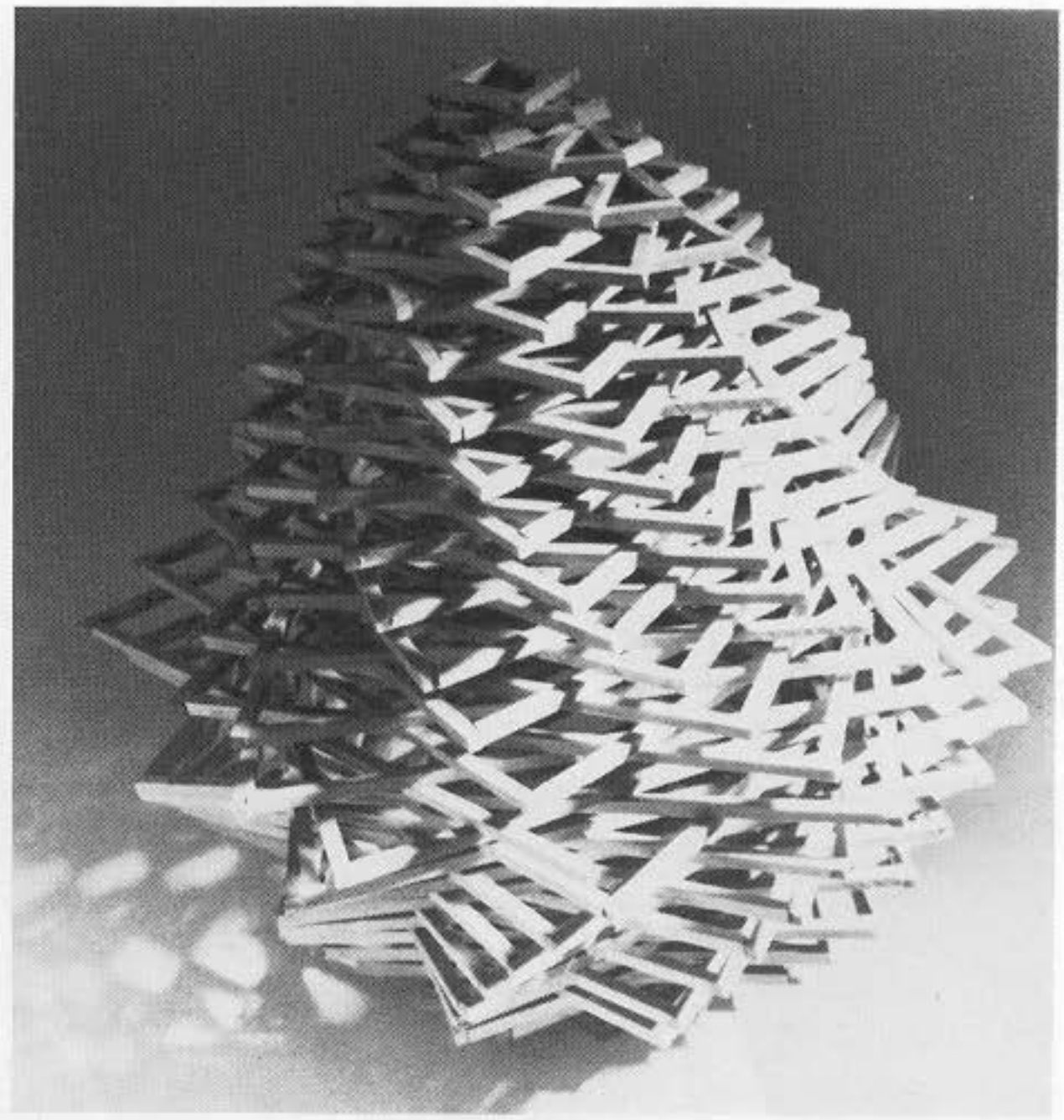
Observemos el siguiente ejemplo en la construcción por capas. La capa superior es una figura en V, con la unión apuntada hacia la izquierda. En las capas inmediatamente inferiores, las dos carillas comienzan a superponerse gradualmente entre sí, en una unión de media falda, formando una figura en X. La capa central es una figura en X, con la intersección en el medio exacto. En las capas inmediatamente inferiores, la intersección de la figura en X se mueve gradualmente hacia la derecha. Finalmente se convierte en una figura en V, con la unión apuntada hacia la derecha, que marca la capa inferior (fig. 330).

Con más varillas para cada capa, y con variaciones de posición y de dirección, pueden obtenerse fácilmente efectos más complicados.

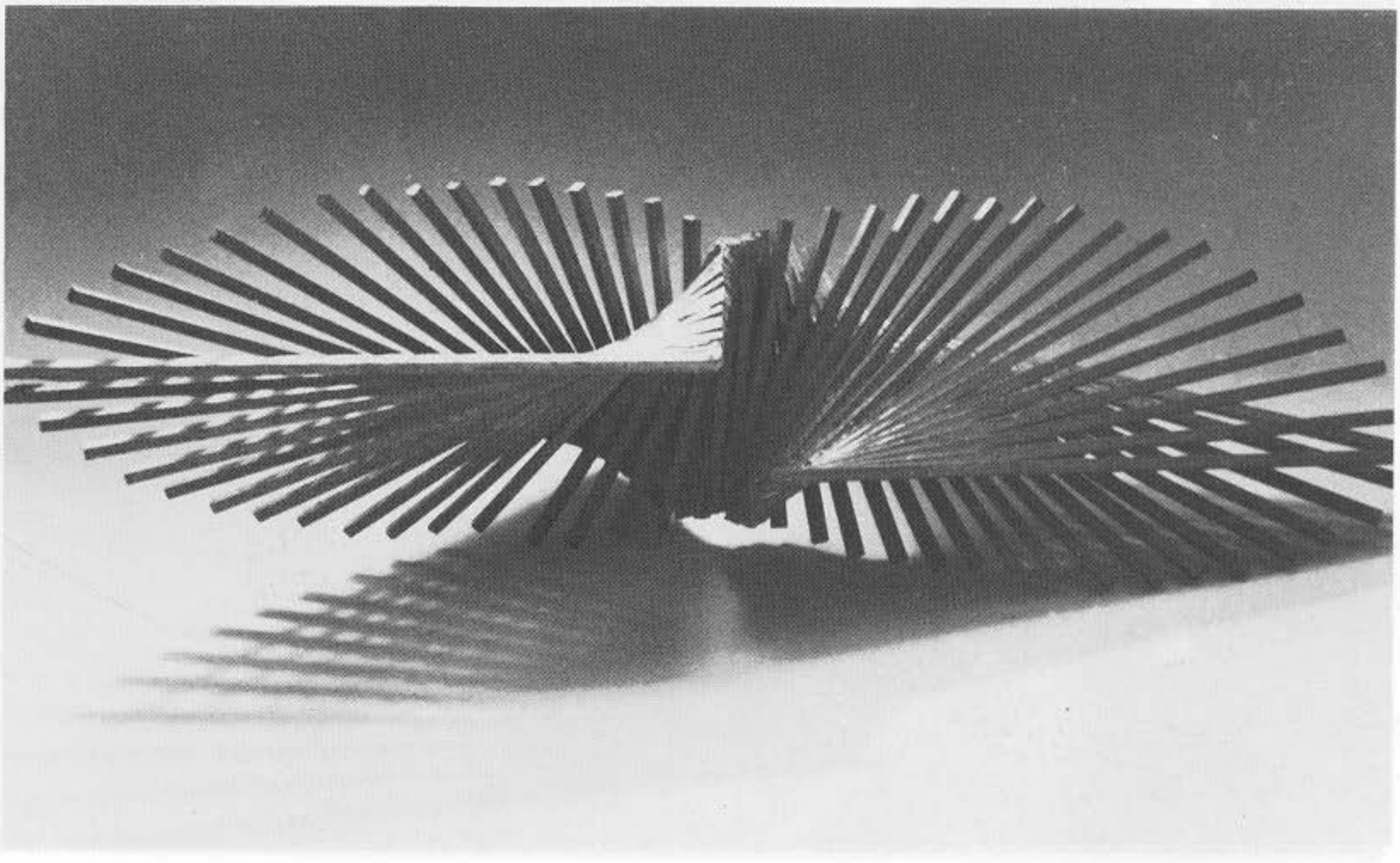
Las figuras 331 a 338 muestran el uso de capas lineales en estructuras tri-dimensionales.

Figura 331. Cada capa es un simple cuadrado en esta construcción aparentemente compleja. El marco cuadrado ha sido dispuesto en gradación de tamaño y también de dirección.

Figura 332. Aquí hay cuatro grupos de capas lineales. En cada grupo, las varillas de madera rotan y se hacen cada vez más largas. Los cuatro grupos están reunidos en una estructura con figura de X.



331



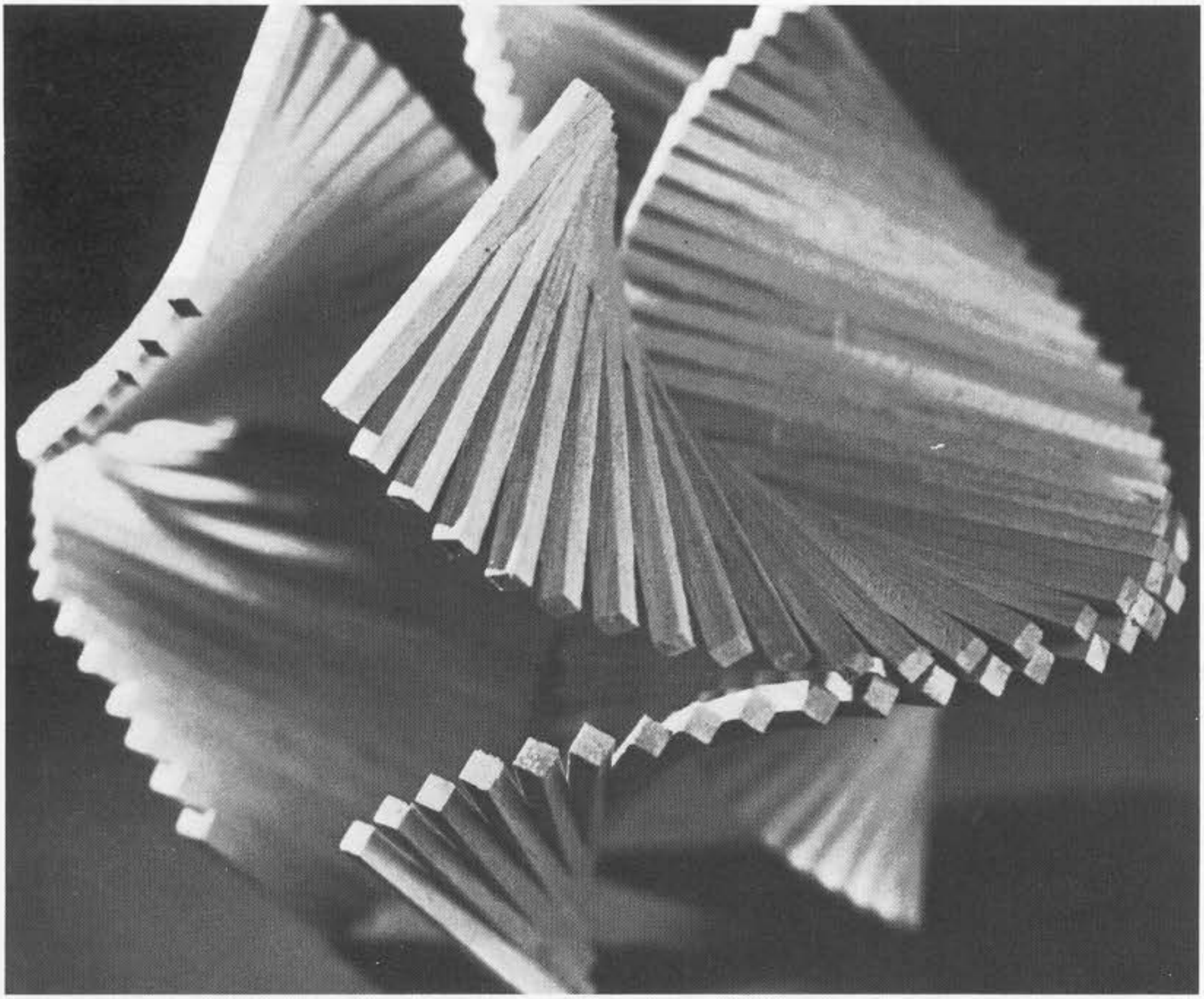
332

Figura 333. Similar a la 332. Aquí encontramos varillas que rotan formando planos curvos, cuatro de los cuales se reúnen en el diseño.

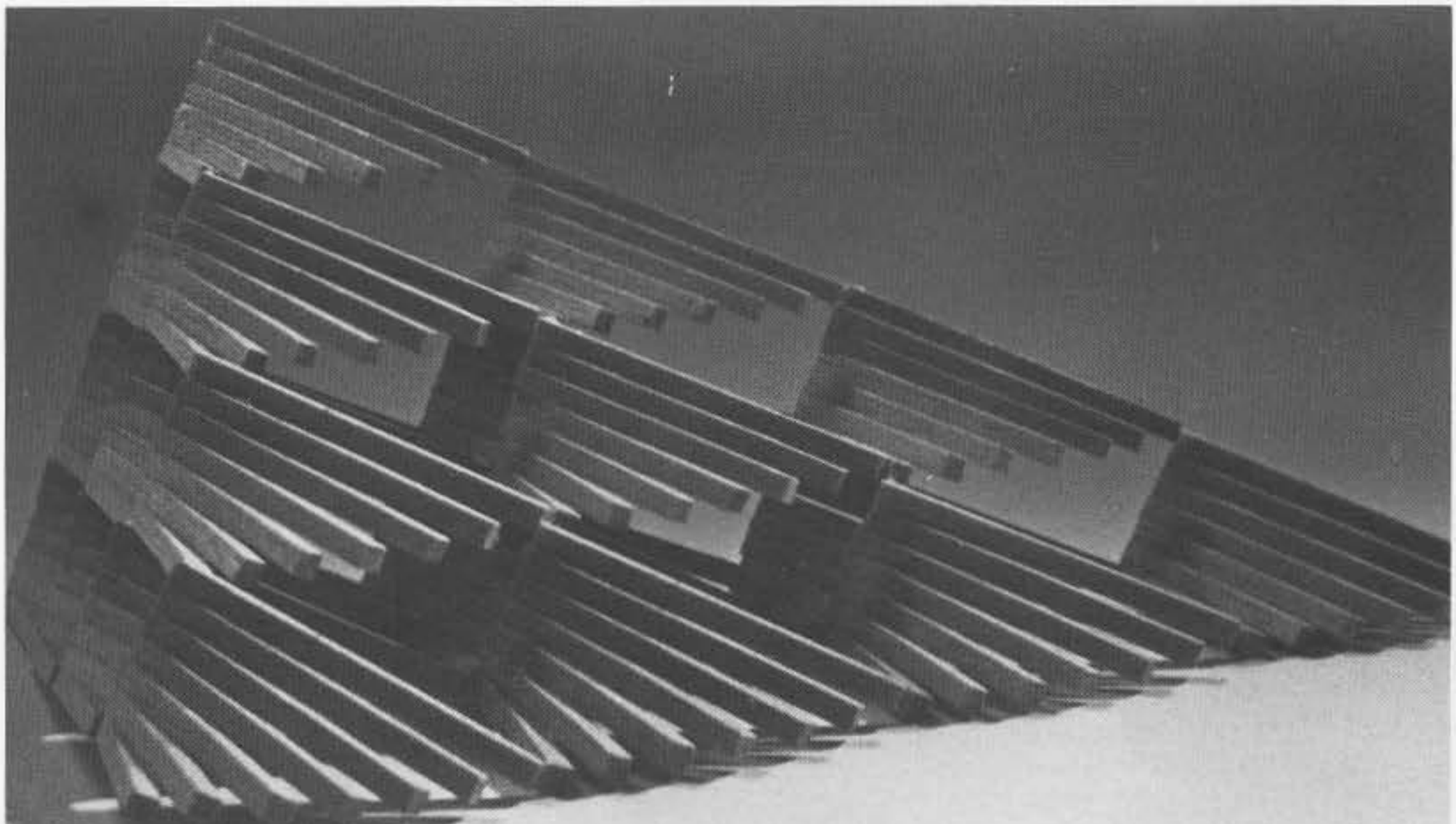
Figura 334. Ésta contiene un total de veinte grupos, cada uno de los cuales se compone de seis varillas en rotación, con longitudes en gradación. La figura general del diseño es un tetraedro irregular.

Figura 335. En este diseño hay sólo dos grupos de varillas en rotación. Todas las varillas tienen una misma longitud.

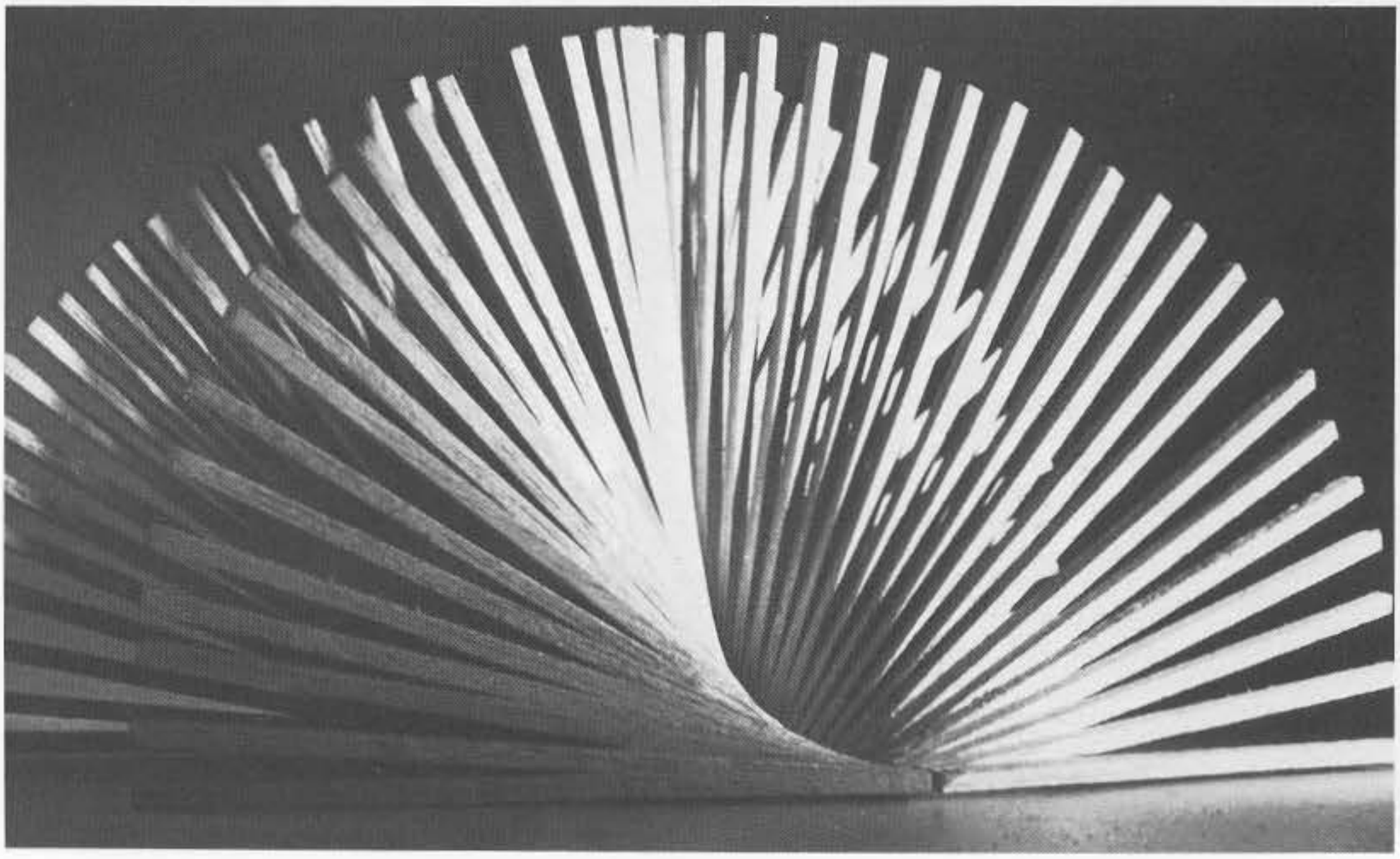
333



334



335



336

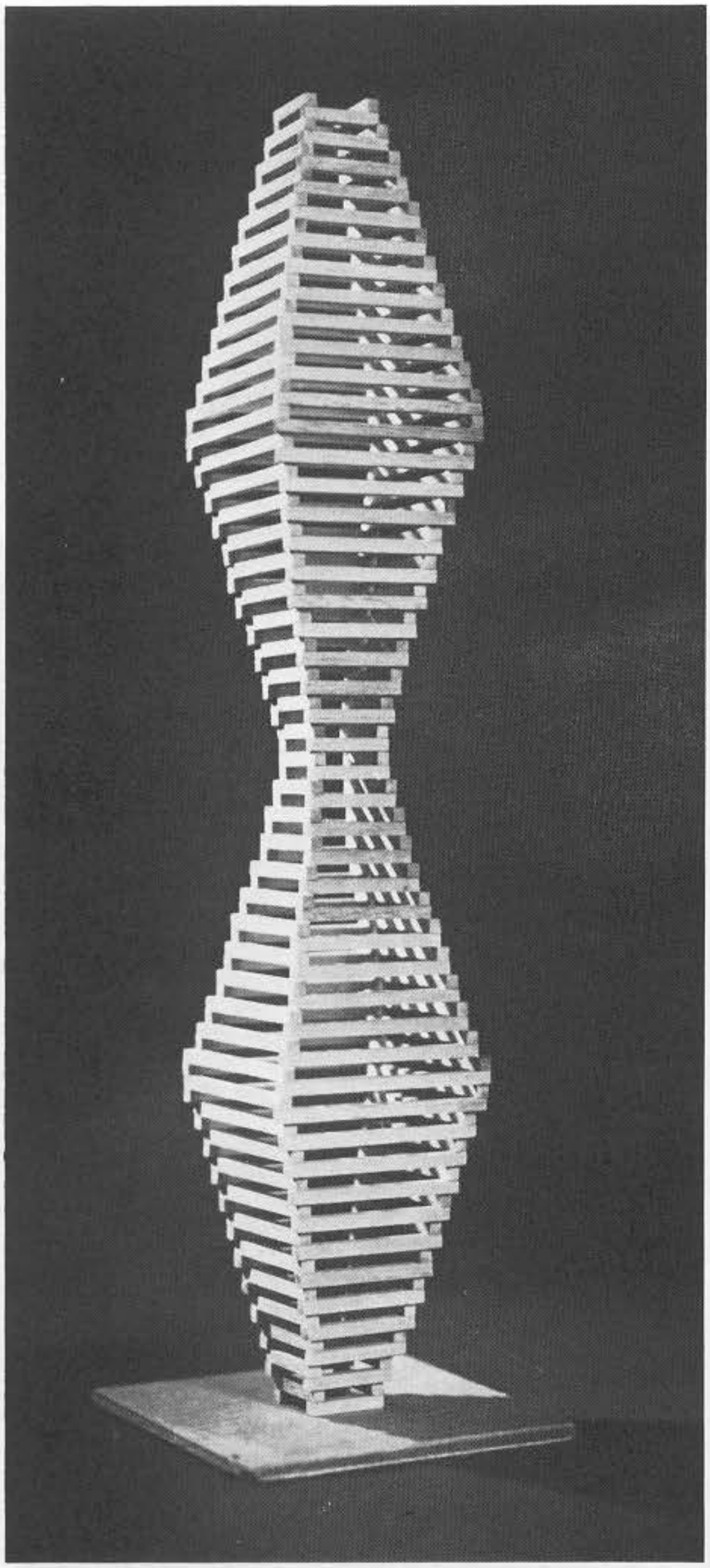
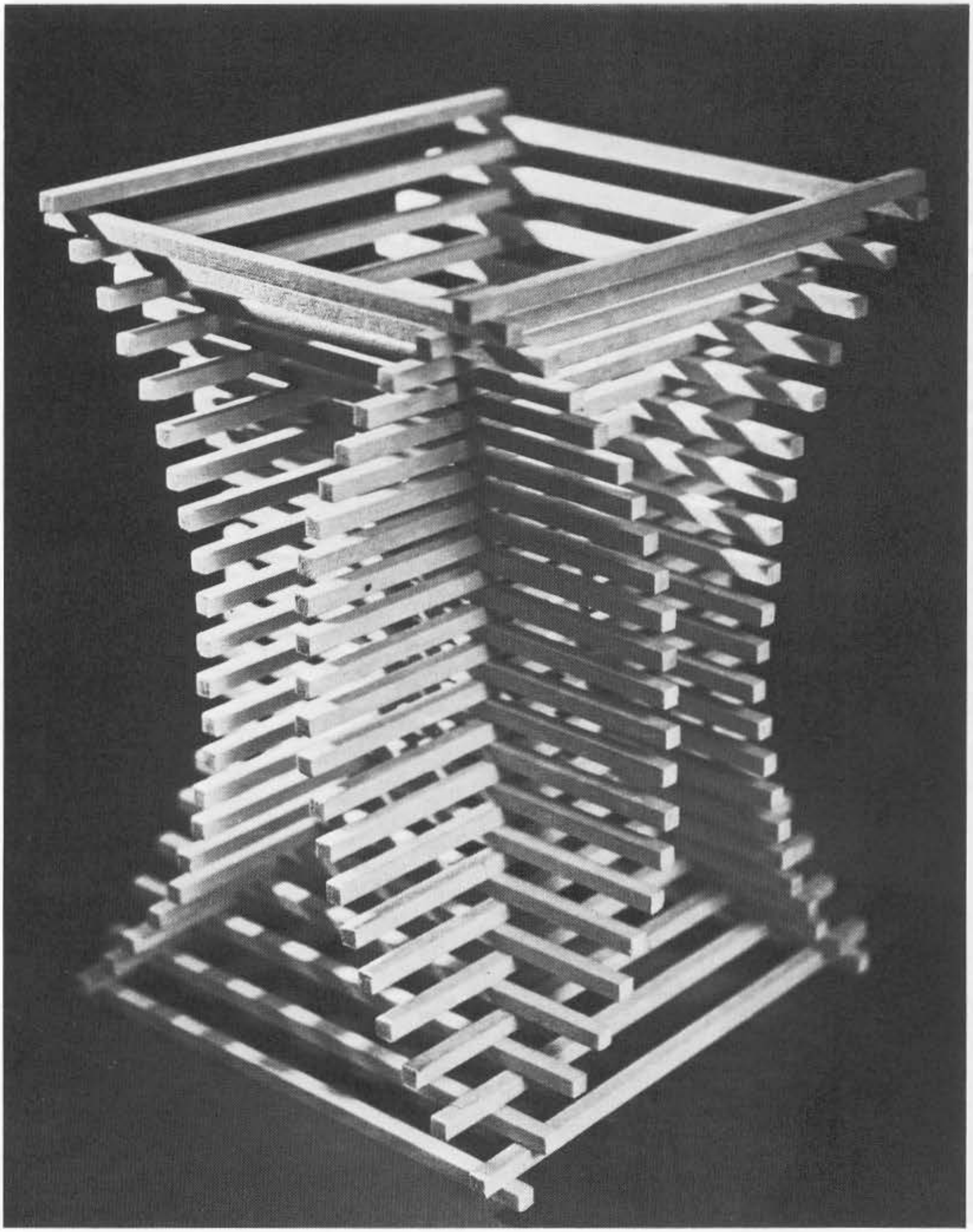


Figura 336. Aquí cada marco cuadrado está separado en dos capas: una con dos varillas orientadas hacia atrás y hacia adelante, y la siguiente con varillas orientadas hacia los costados. La gradación en el tamaño de los marcos cuadrados, creada por la gradación en las longitudes de las varillas, ha convertido el conjunto en una interesante figura de torre.

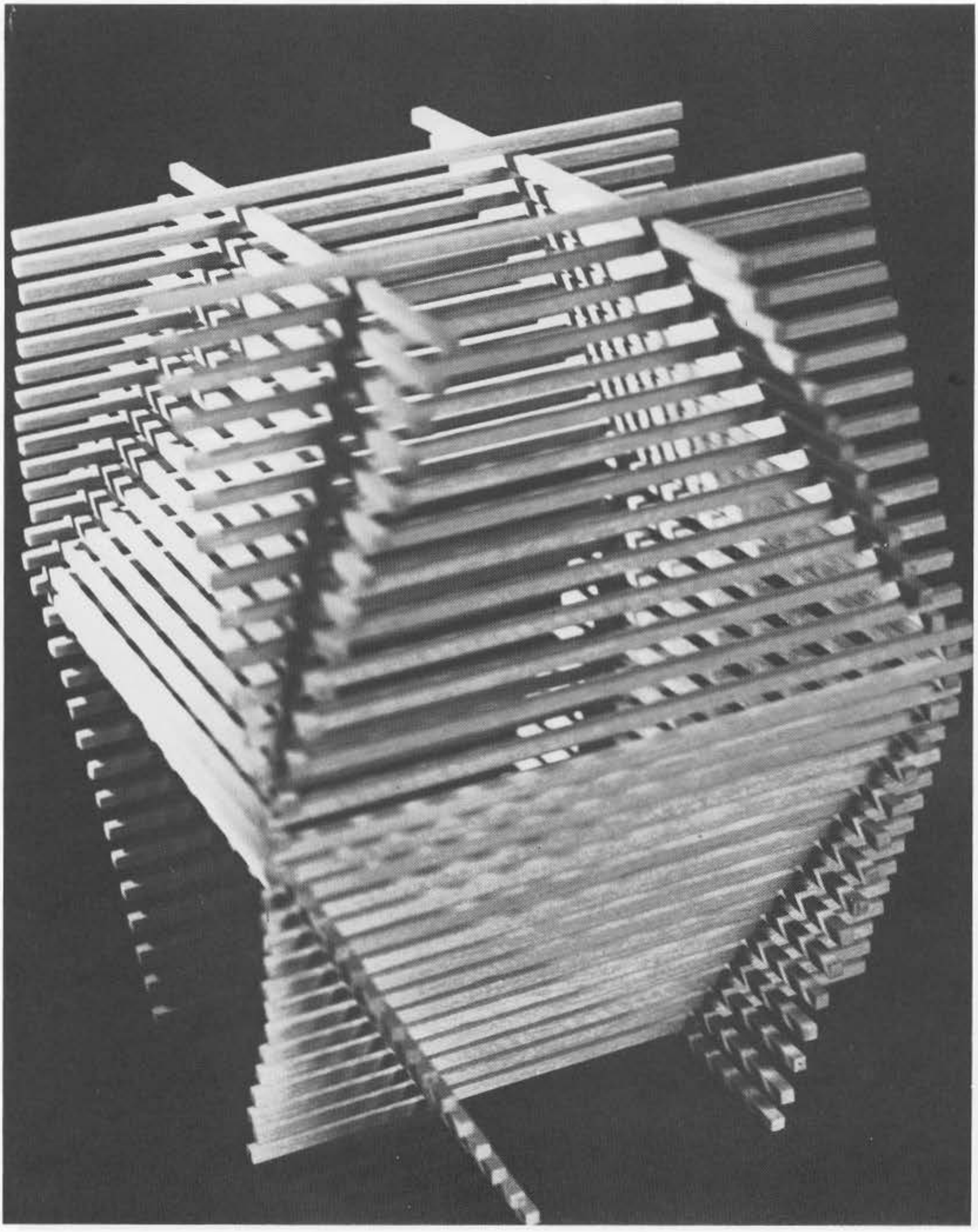
Figura 337. De manera similar a la 336, tenemos aquí varillas que apuntan a diferentes direcciones en capas alternadas. Las longitudes de las varillas permanecen incambiadas, pero en cada capa la distancia entre varillas paralelas se estrecha y después se amplía gradualmente.

Figura 338. Ha sido construida aproximadamente con el mismo principio de la 337.

337



338



10. Líneas enlazadas

Líneas enlazadas sobre un plano

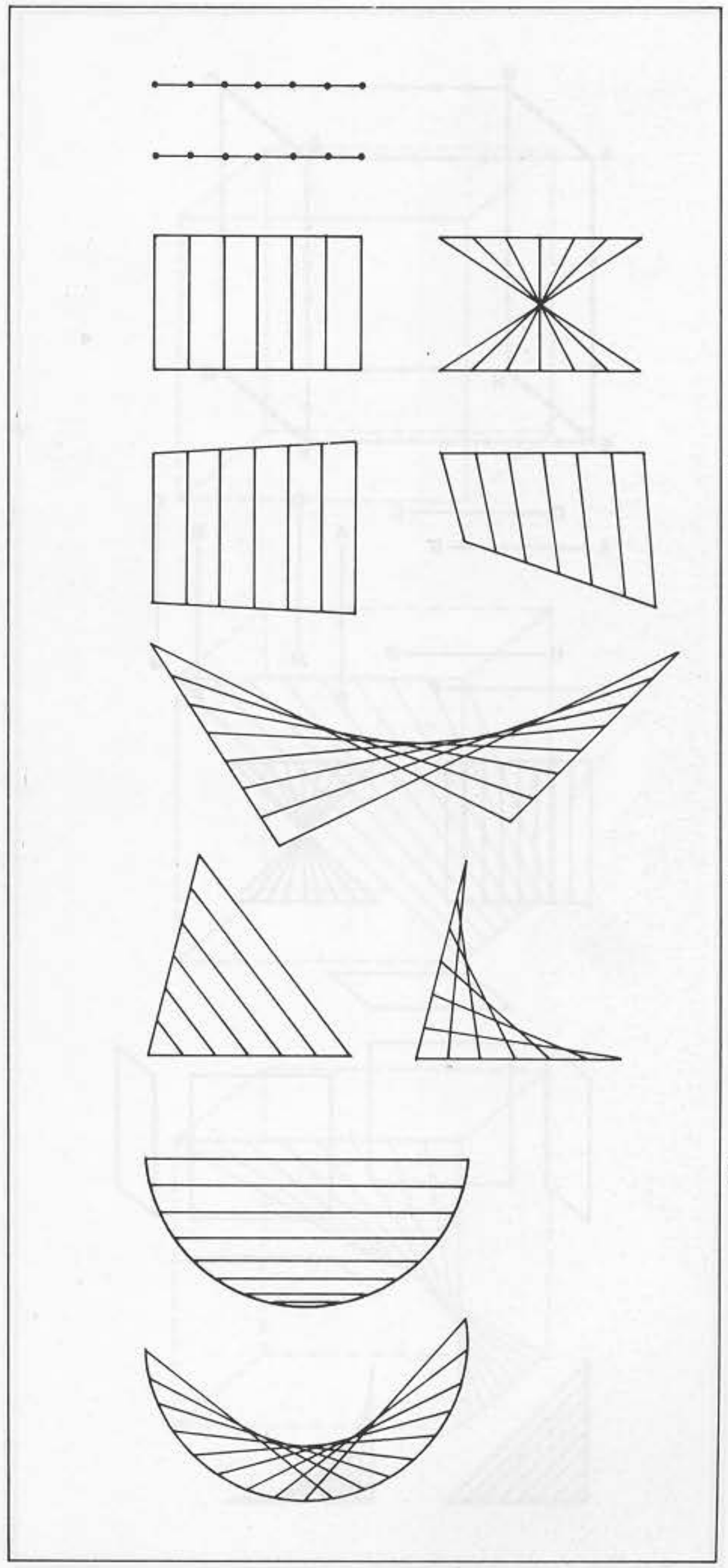
Sobre un plano dibujamos dos líneas rectas de la misma longitud y en ellas marcamos siete puntos, espaciados a la misma distancia (fig. 339).

Pueden crearse las líneas enlazadas, uniendo los puntos de una línea recta con los de la otra. Si las dos líneas rectas son paralelas y unimos los puntos en el orden de su posición, se produce un esquema de líneas enlazadas paralelas. Si unimos los puntos en el orden inverso a su posición, las líneas enlazadas habrán de cruzarse entre sí en un nuevo punto, que está a mitad de camino entre ambas líneas rectas (fig. 340).

Si las dos líneas rectas no son paralelas, las líneas enlazadas pueden ser paralelas, o en gradación de dirección, o en intersección en muchos puntos nuevos. En el último caso se produce un filo curvo, aunque todas las líneas de enlace sean rectas (fig. 341).

Si las dos líneas rectas están unidas entre sí en un ángulo, las líneas de enlace pueden ser todas paralelas o pueden cruzarse en muchos puntos nuevos. En el último caso también se produce un filo curvo (fig. 342).

Si los puntos regularmente espaciados no están marcados sobre líneas rectas sino a lo largo de un arco de círculo, las líneas de enlace entre tales puntos podrán ser paralelas o podrán cruzarse en muchos puntos nuevos, produciendo un filo curvo, como en los ejemplos anteriores (fig. 343).



339

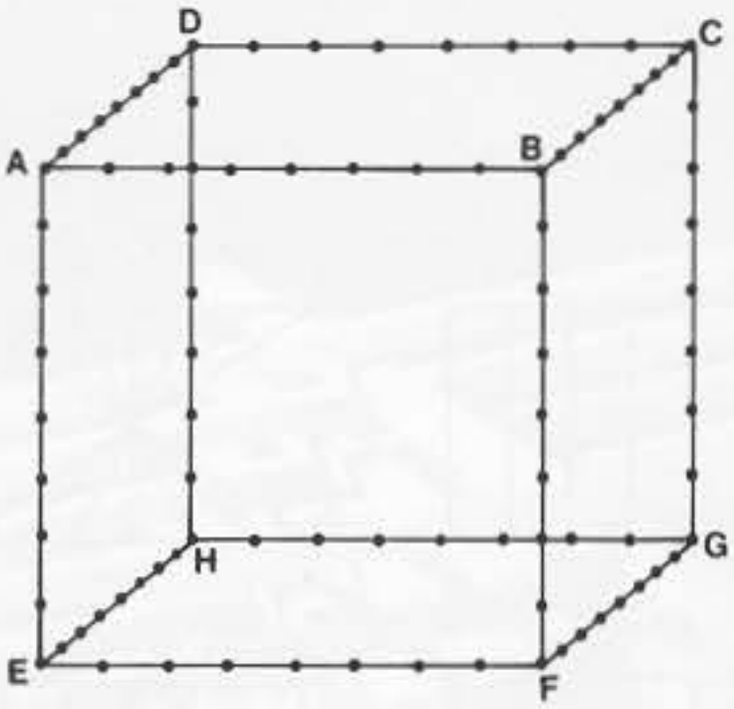
340

341

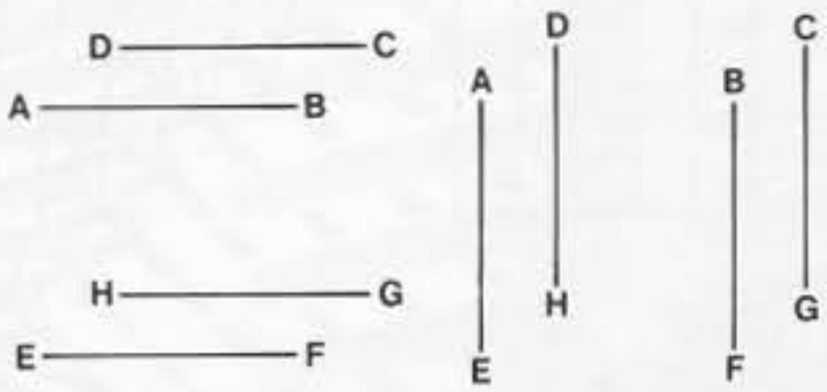
342

343

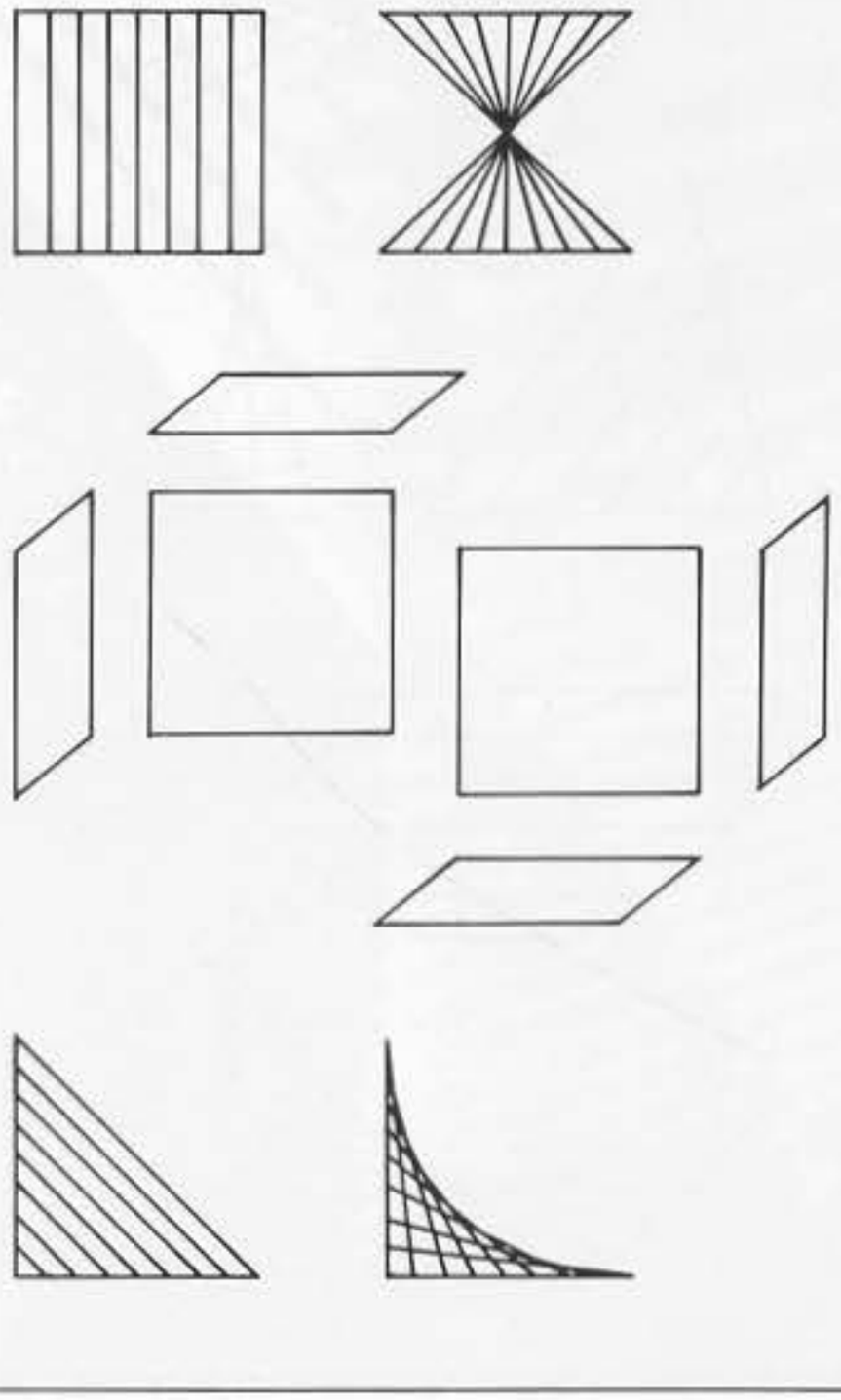
344



345



346



Líneas enlazadas en el espacio

Para explorar las posibilidades del enlace de líneas en el espacio, podemos utilizar una estructura lineal, con forma de cubo, cuyos vértices serán A, B, C, D, E, F, G y H. Sobre cada uno de los filos, representados por varillas, se marcan siete puntos de un vértice a otro y a distancias iguales (fig. 344).

AB, CD, EF y GH son varillas paralelas. También lo son AE, BF, CG y DH. Las líneas de enlace señaladas entre varillas paralelas producen resultados iguales a los de los planos que vimos en la figura 340. Esto supone que son paralelas o bien que se cruzan en un punto nuevo (fig. 345).

AB, BC, CD y DA son varillas situadas en un mismo plano. También lo están las varillas DA, AE, HE y DH, las varillas AB, BF, EF y AE, o las varillas CD, DH, GH y CG, o las varillas EF, FG, GH y HE, o las varillas BC, CG, FG y BF. Cualesquiera dos varillas adyacentes de los grupos mencionados pueden producir líneas de enlace similares a las ilustradas en la figura 342 (fig. 346).

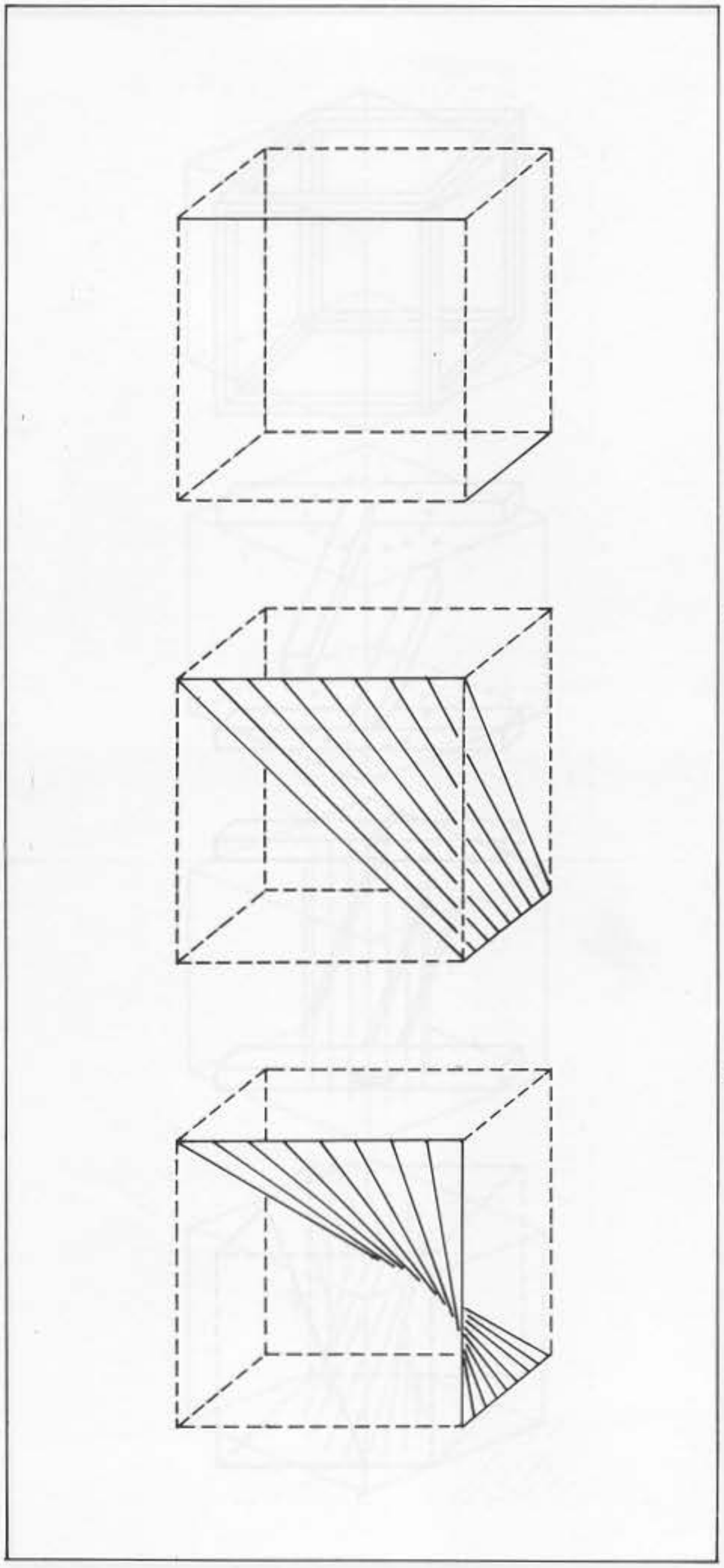
Como hemos visto, las varillas paralelas entre sí, o que están en un mismo plano, producen líneas de enlace que son básicamente de naturaleza bi-dimensional. Los efectos tri-dimensionales pueden obtenerse solamente si las varillas no son paralelas y están sobre planos diferentes.

Por ejemplo, las varillas AB y FG en la figura 344 no son paralelas y están en planos distintos. Para desarrollar líneas de enlace podemos conectar A con F, y B con G, o conectar A con G y B con F (fig. 347).

Si conectamos A con F y B con G, las líneas de enlace formarán una superficie que está ligeramente curvada (fig. 348).

Si conectamos A con G y B con F, la superficie curvada formada por las líneas de enlace es aún más prominente. Es no sólo curvada sino retorcida (fig. 349).

Otros pares de varillas que pueden producir efectos similares son AB y HE, AB y DH, AB y CG; BC y EF, BC y GH, BC y AE, BC y DH; CD y HE, CD y FG, CD y AE, CD y BF; DA y BF, DA y CG, DA y EF, DA y GH.

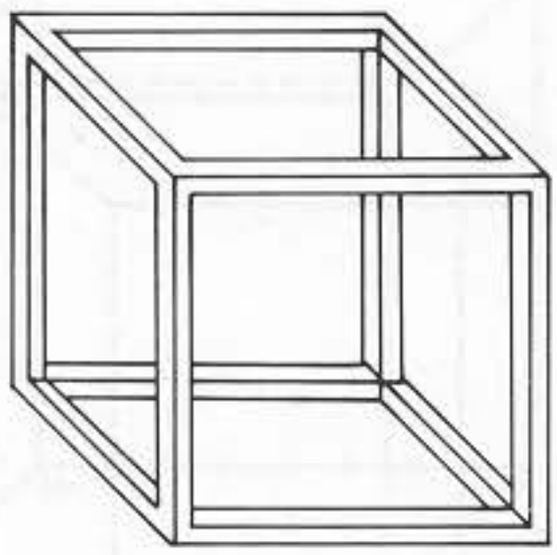


347

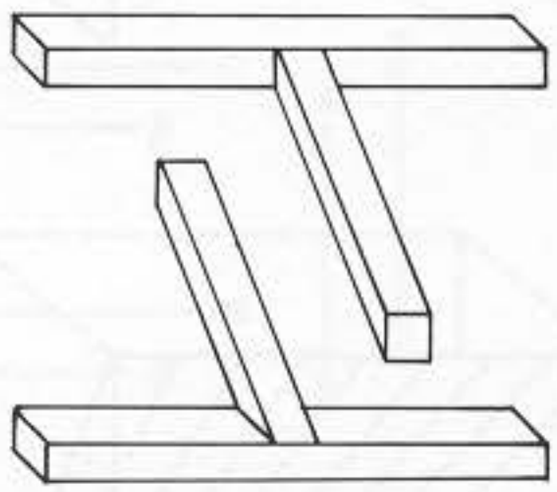
348

349

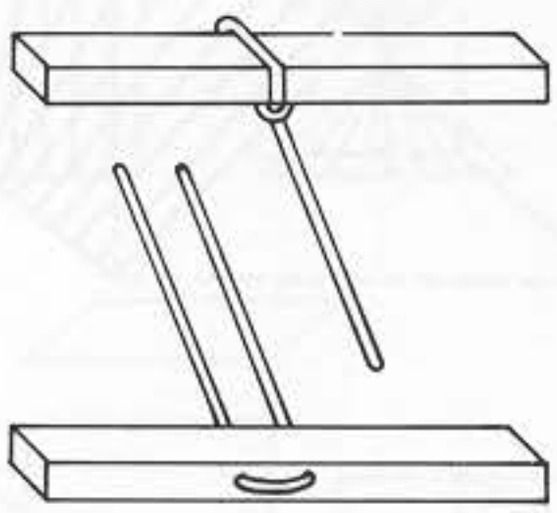
350



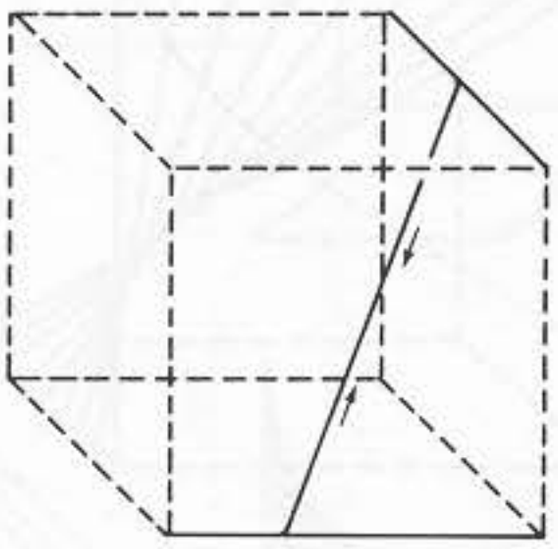
351



352



353



Materiales y construcción

La estructura lineal debe ser hecha con materiales rígidos, como varillas de madera, a fin de que permanezcan firmes y aporten un fuerte apoyo a las líneas enlazadas (fig. 350).

Con una estructura lineal rígida, las líneas de enlace podrán ser de material rígido o blando. Las líneas de enlace rígido pueden simplemente ser pegadas a las caras de los elementos de la estructura, y sus extremos son normalmente tallados para facilitar la adhesión con un máximo contacto de superficie (fig. 351).

Si las líneas de enlace son de material blando, como el hilo de algodón, de nylon u otras substancias, pueden ser atadas o fijadas por otros medios a los elementos de la estructura (fig. 352).

Las líneas blandas de enlace deben ser estiradas entre los dos puntos de fijación, y al hacerlo así se crea una tensión. La estructura debe ser lo bastante resistente como para tolerar esa fuerza (fig. 353).

Construcción plana para líneas enlazadas

Si no se usa una estructura lineal, podemos usar figuras planas simples en una construcción para el desarrollo de líneas de enlace. La construcción plana puede ser más resistente que la estructura lineal si se usa un material de rigidez y grosor adecuados.

Las hojas de acrílico claro son ideales para este propósito, ya que la transparencia del material permite una completa exhibición de las complicaciones en las líneas entrelazadas.

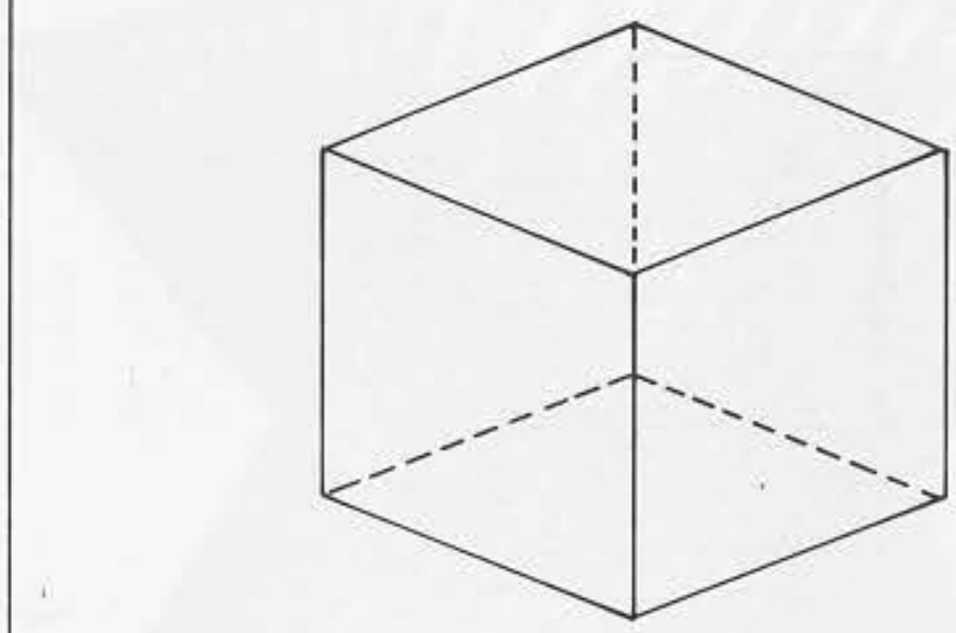
Líneas entrelazadas dentro de un cubo transparente

Para explorar, con tan poca interferencia de la estructura como sea posible, el efecto de superficies curvadas que se forma con líneas entrelazadas, podemos utilizar seis hojas cuadradas de acrílico para construir un cubo (fig. 354). Sobre el plano superior, pueden perforarse una cantidad de orificios a intervalos regulares, formando una figura circular. Lo mismo puede hacerse en el plano inferior (fig. 355).

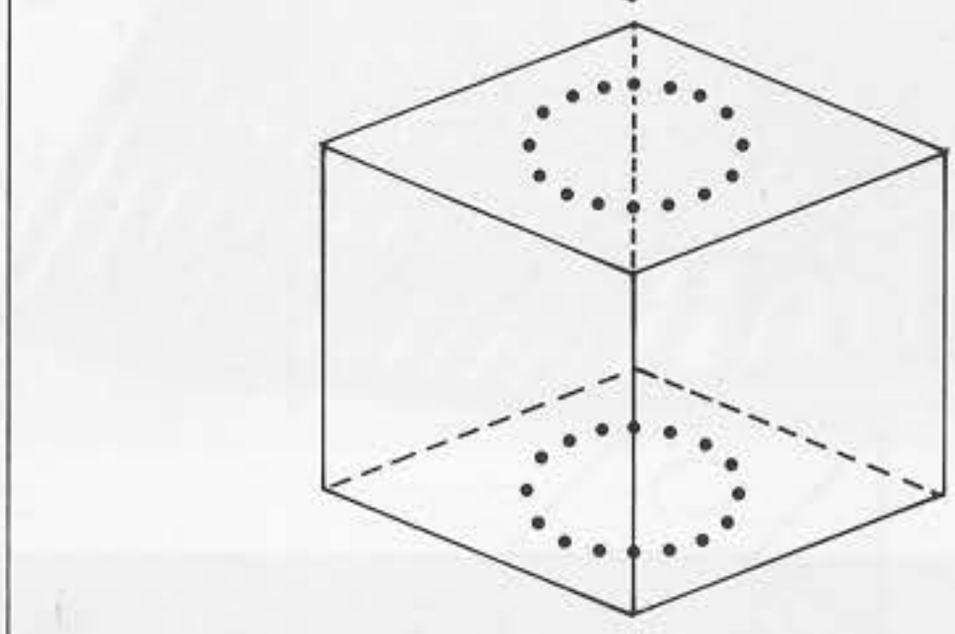
Ahora podemos construir líneas entrelazadas con hilo de nylon o de algodón entre los planos superior e inferior.

Si las líneas enlazadas son todas paralelas entre sí y perpendiculares a los planos de arriba y de abajo, el resultado es una figura cilíndrica (fig. 356).

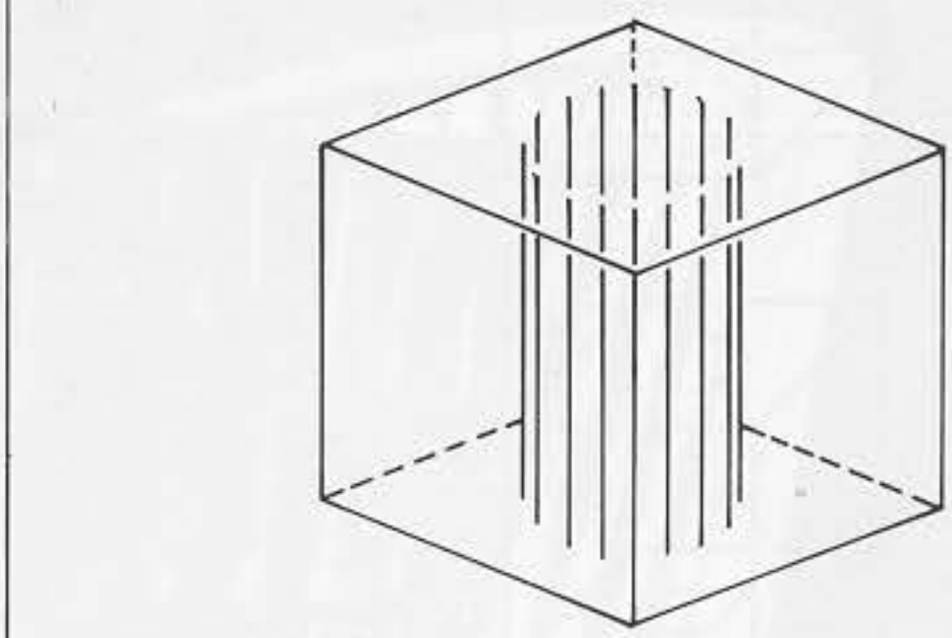
Si las líneas entrelazadas están inclinadas y no son paralelas entre sí, el resultado es un hiperboloide con una superficie curvada continua (fig. 357).



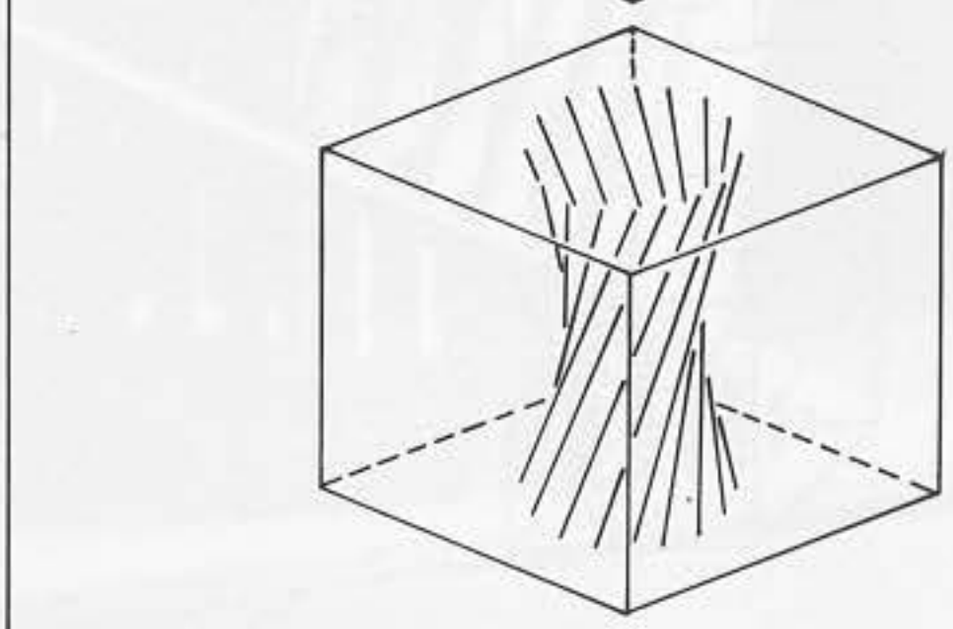
354



355

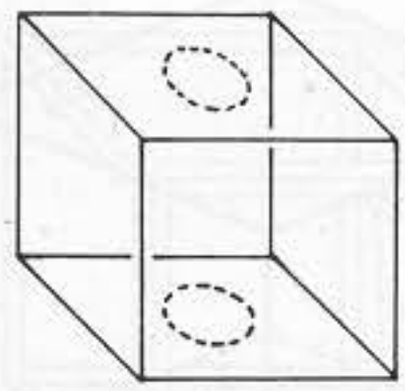


356

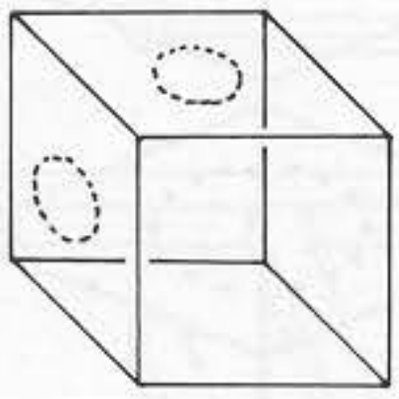


357

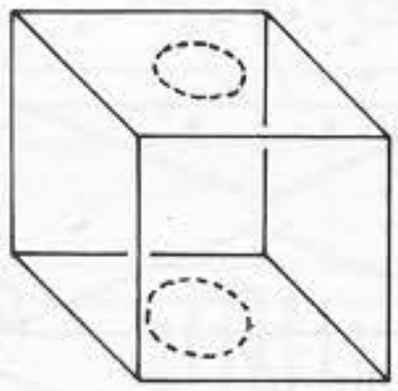
358



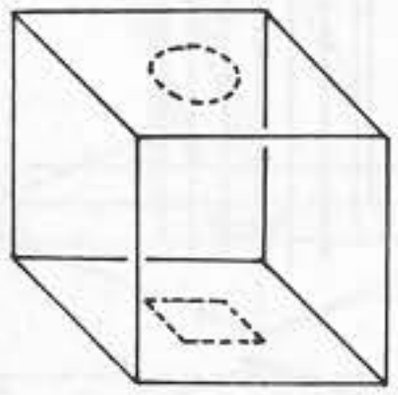
359



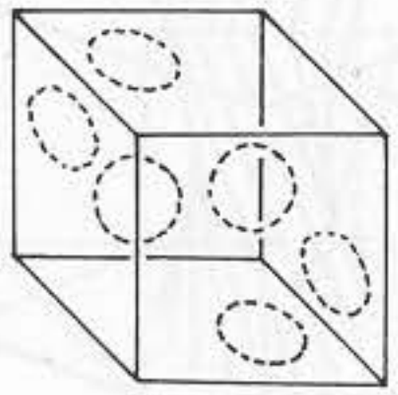
360



361



362



Pueden obtenerse resultados más complicados e interesantes si se varía el diseño descrito, de una o más de las siguientes maneras:

a) La posición de las figuras circulares puede ser trasladada del centro hacia los filos o las esquinas de los planos superior e inferior (fig. 358).

b) Una de las figuras circulares, o ambas, puede ser llevada a los planos laterales del cubo (fig. 359).

c) El tamaño de ambas figuras puede ser diferente (fig. 360).

d) Una de ambas figuras puede ser diferente a la otra; ambas pueden no ser circulares si así se desea (fig. 361).

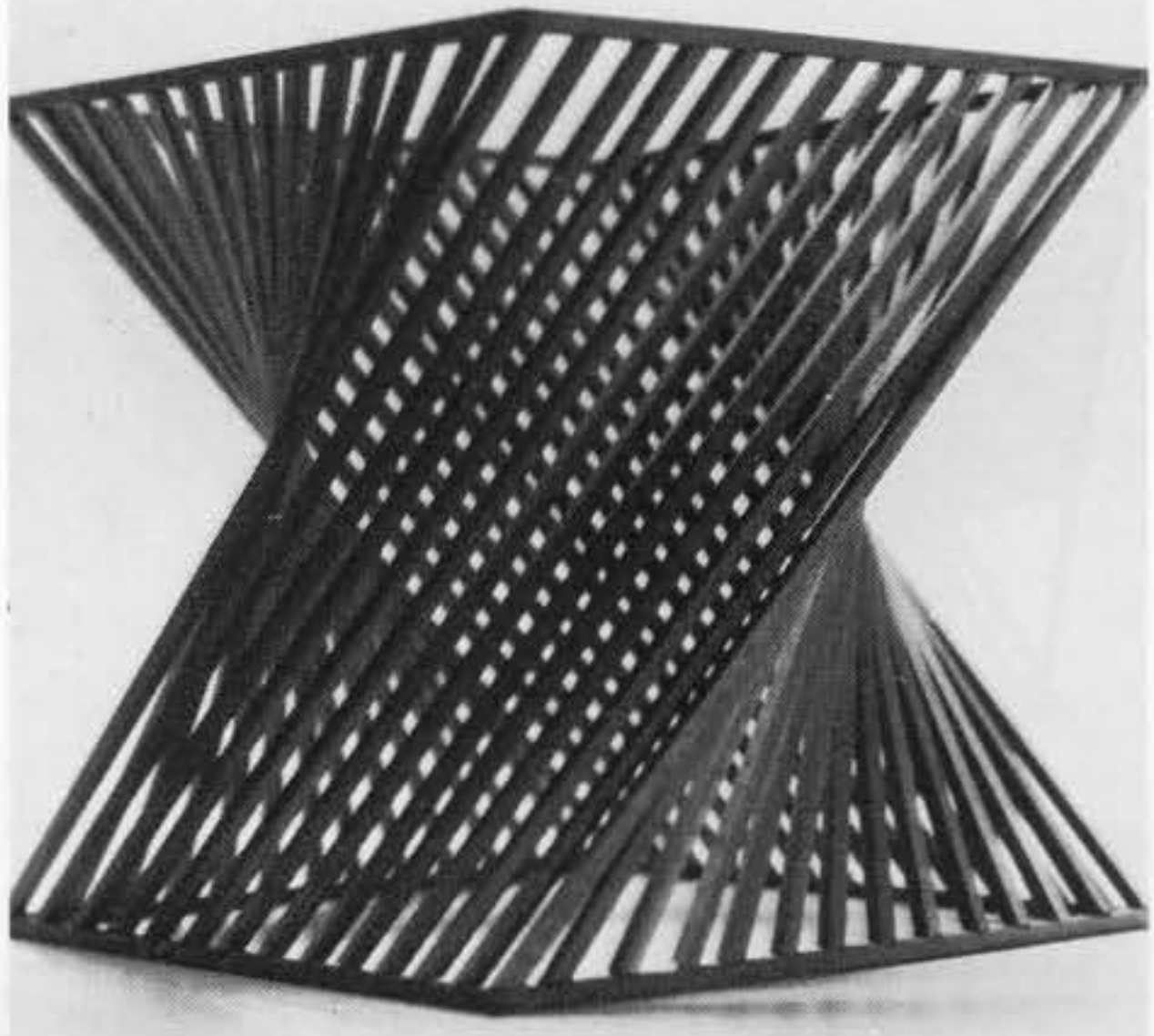
e) Varios juegos de líneas entrecruzadas pueden ser construidos dentro del mismo cubo transparente (fig. 362).

Las figuras 363 a 368 ilustran proyectos donde se utilizan varillas rígidas de madera para la construcción de líneas enlazadas. Las figuras 369 a 374 fueron hechas con líneas enlazadas hechas de materiales blandos.

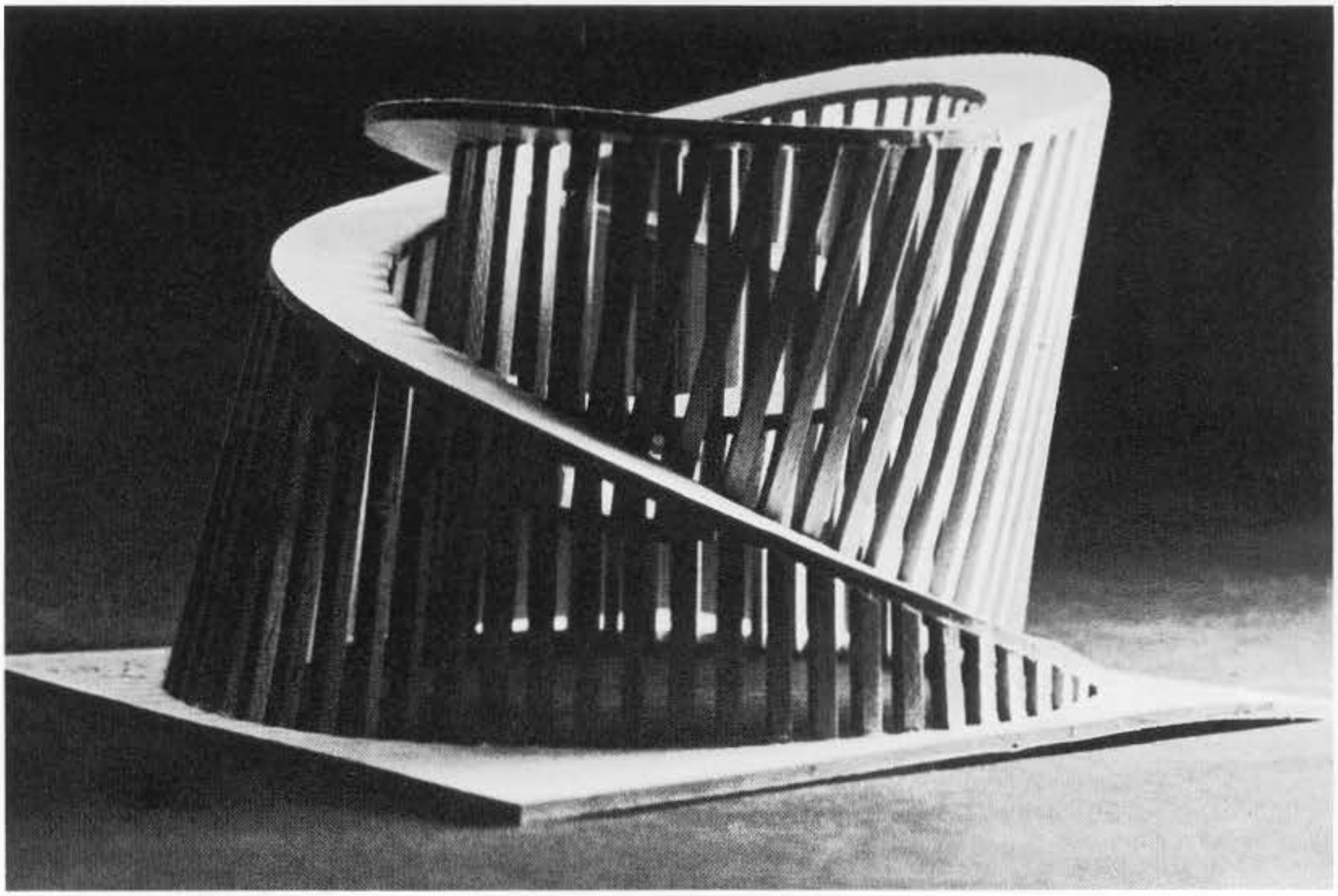
Figura 363. Las líneas enlazadas rígidas están construidas dentro de la estructura de un cubo. Las cuatro varillas verticales de soporte fueron después retiradas.

Figura 364. Aquí se construye una figura de espiral, partiendo de un plano liso. La figura asciende y desciende, apoyada por las líneas enlazadas.

363



364



365

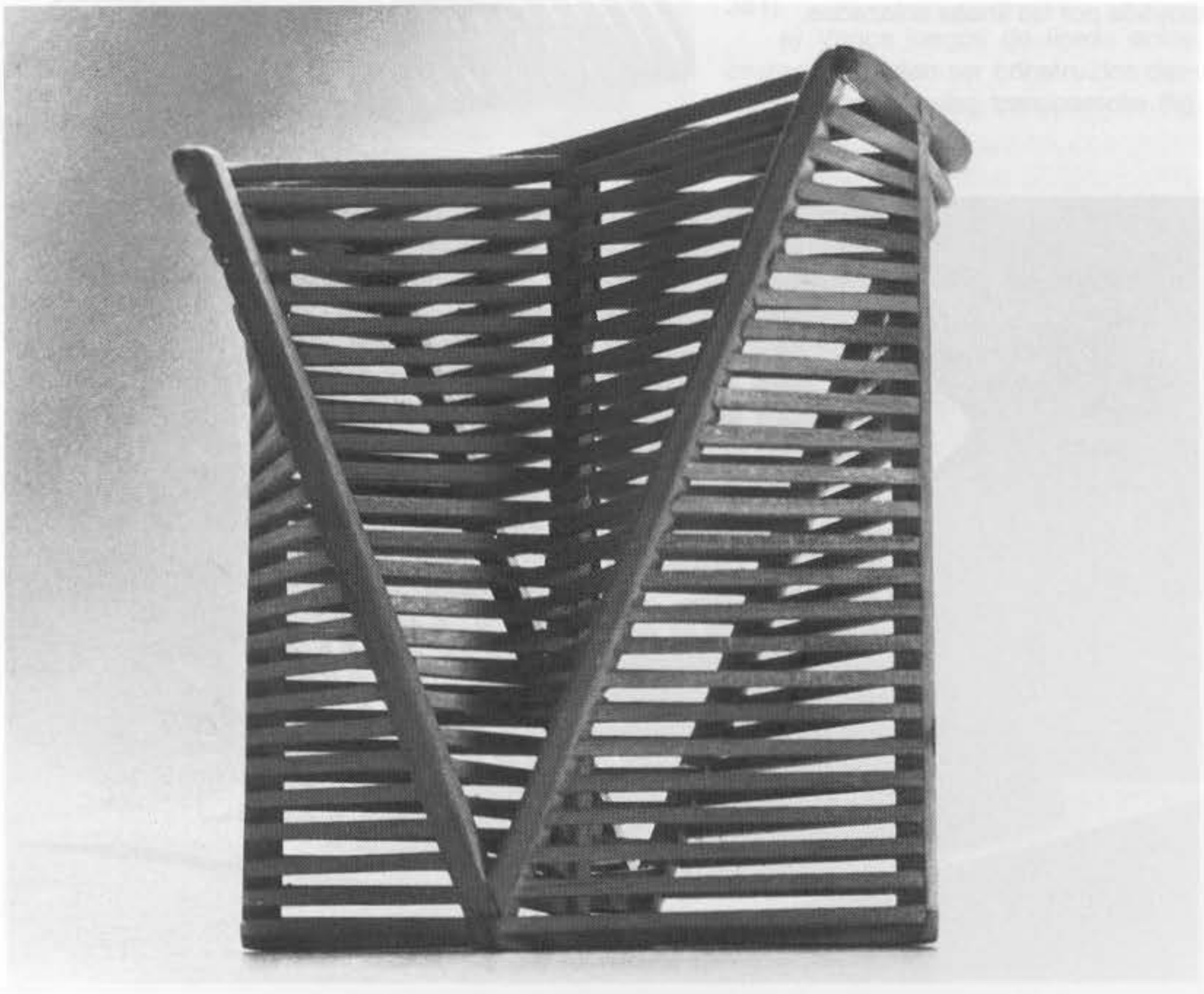
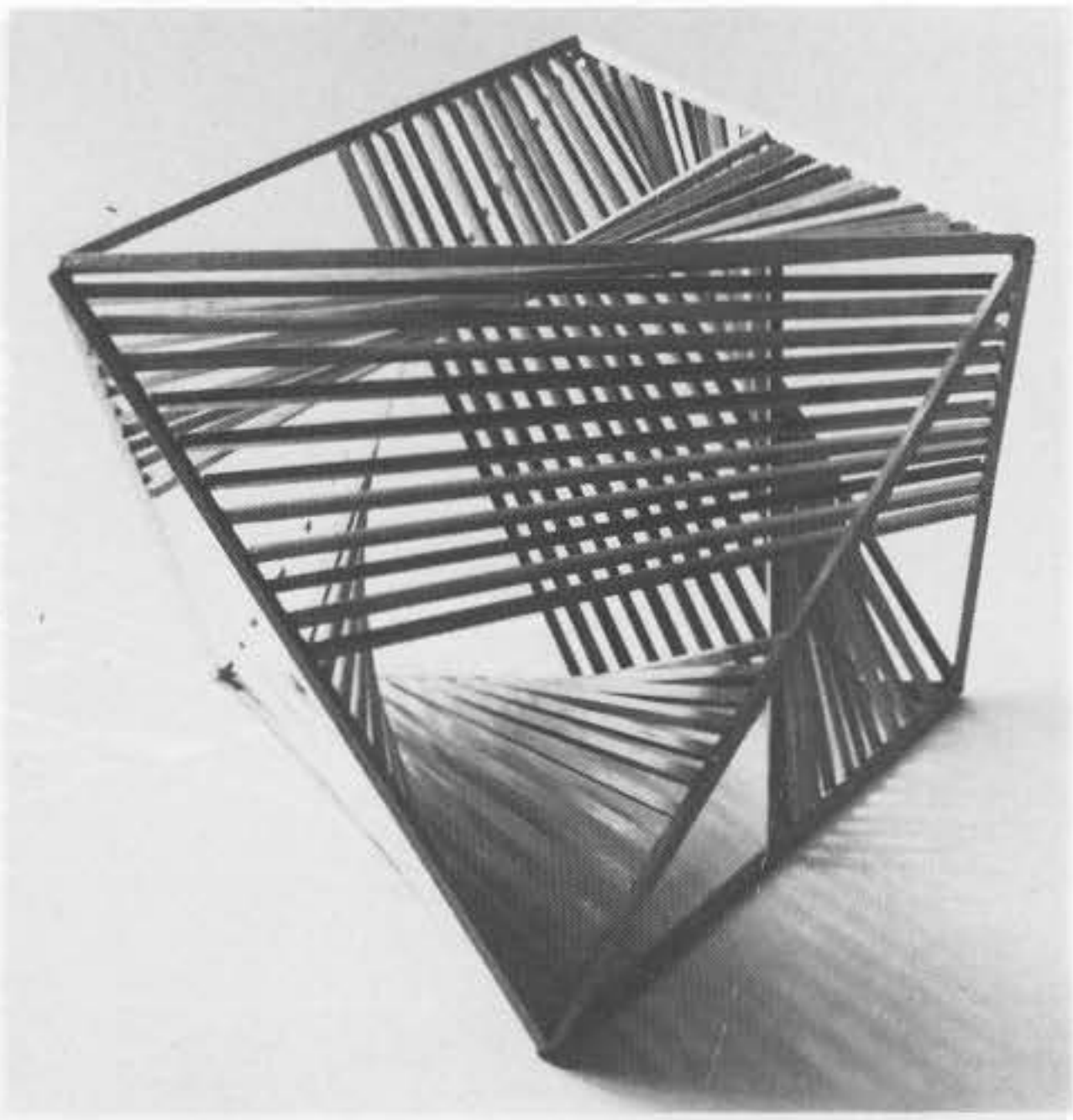


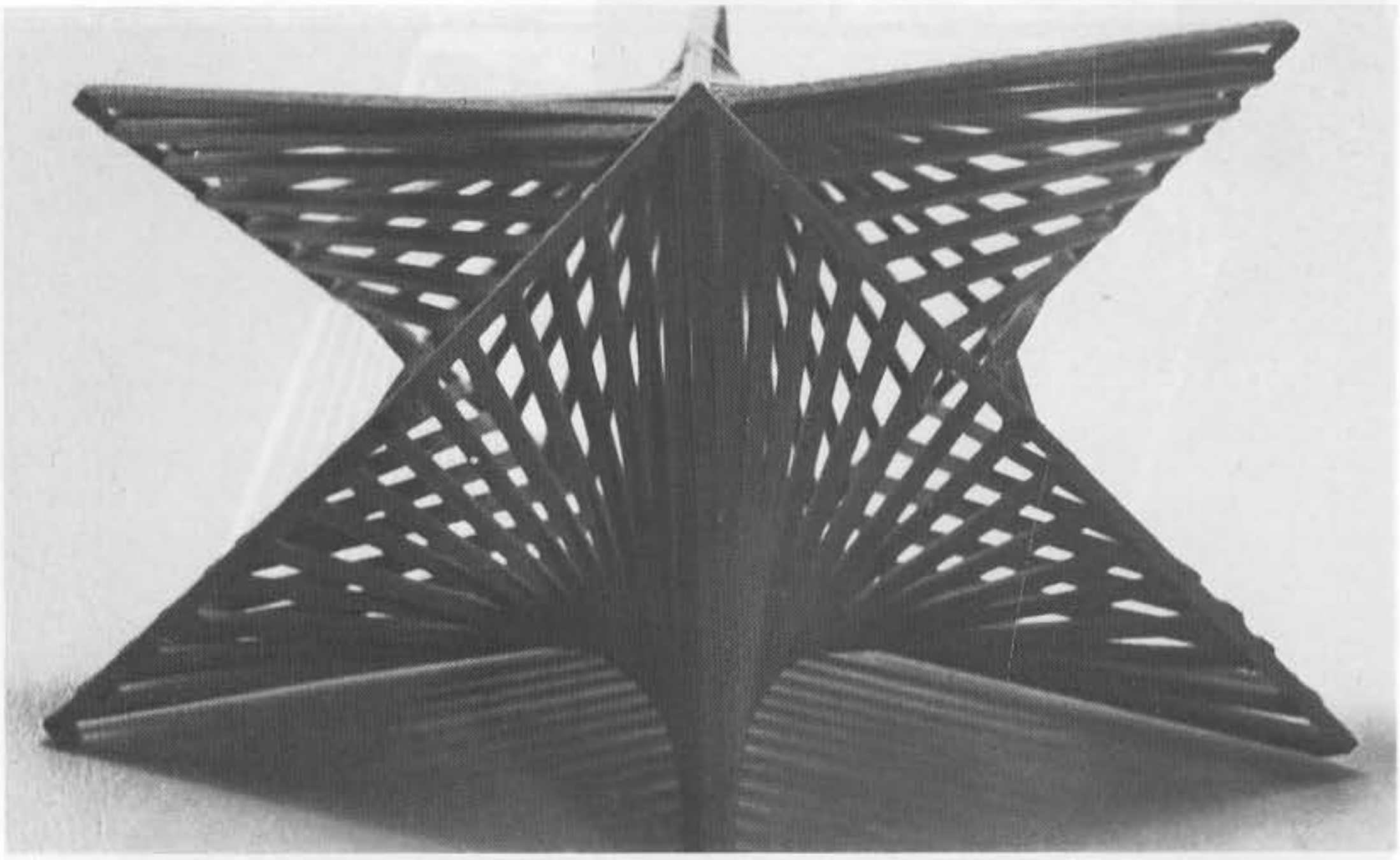
Figura 365. La estructura es resistente, compuesta de elementos verticales, horizontales y diagonales. Todas las líneas enlazadas son paralelas al plano de la base, pero aparecen en gradación de dirección, firmando superficies suavemente curvadas.

Figura 366. El enmarcado es un octaedro. Se han desarrollado seis grupos de líneas enlazadas, cerca de los seis vértices.



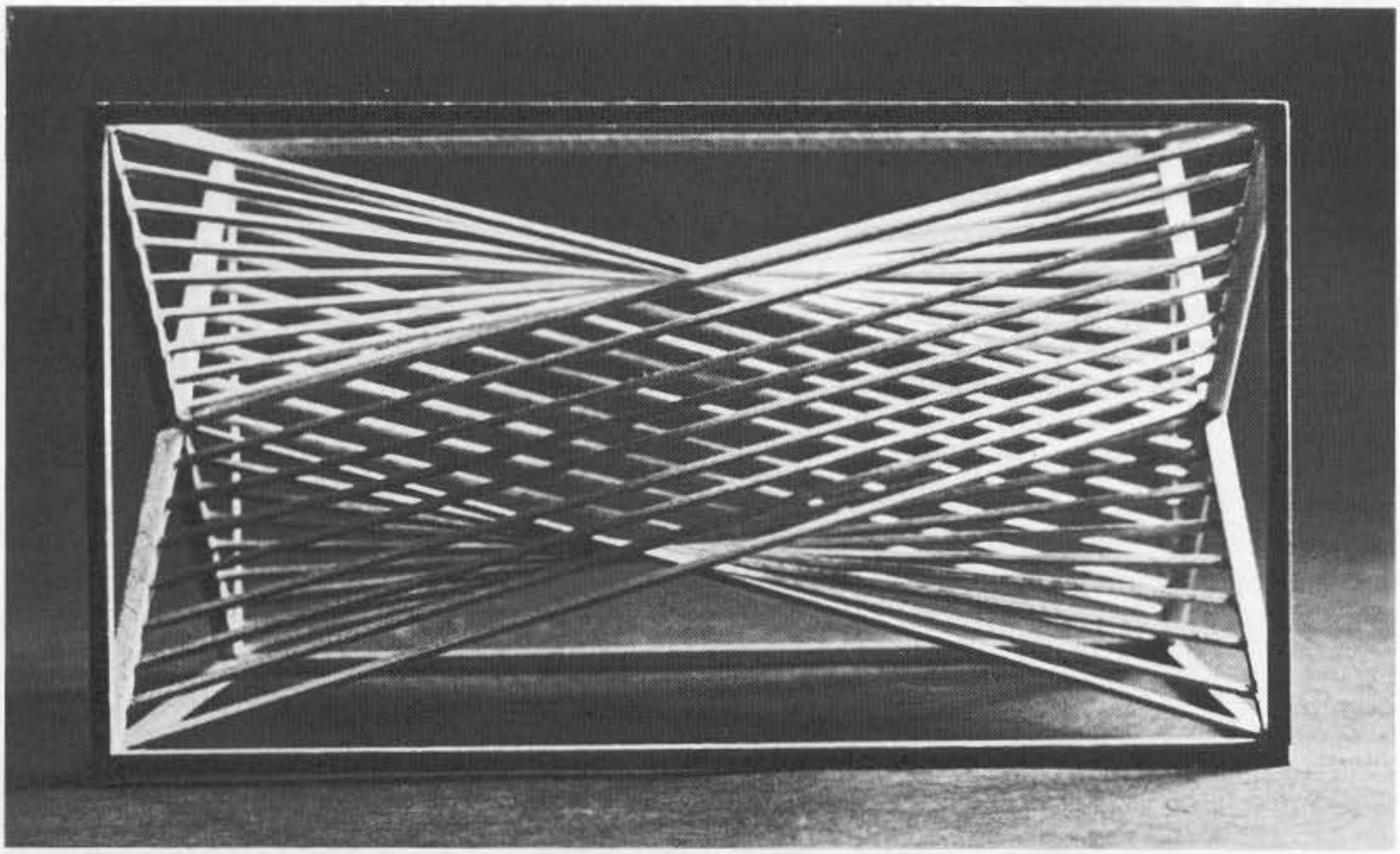
366

Figura 367. La estructura está compuesta por seis marcos triangulares, que rotan alrededor de un eje común. Toda la estructura está reforzada por líneas enlazadas, que encierran con superficies curvadas el espacio interior.



367

368



369

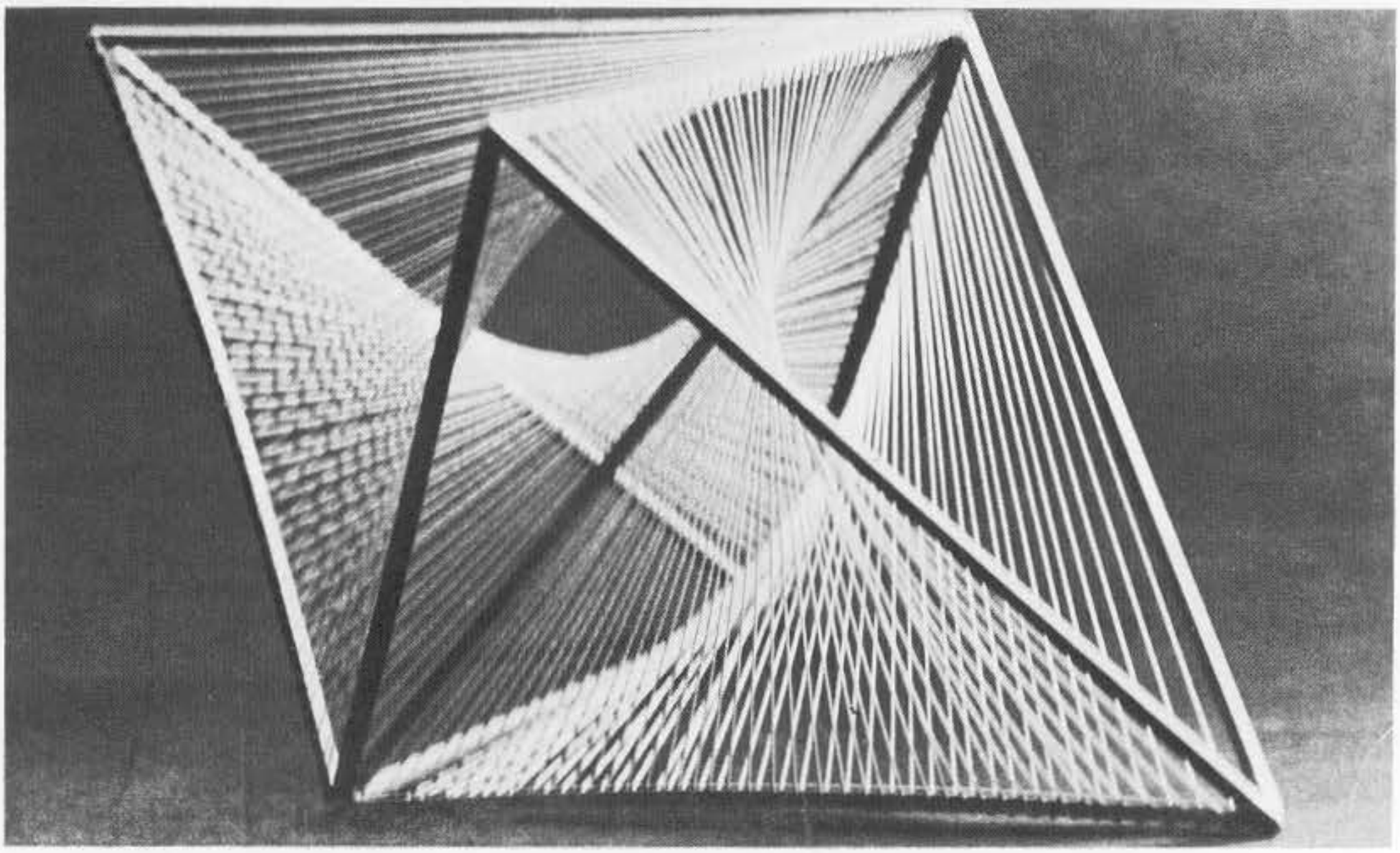
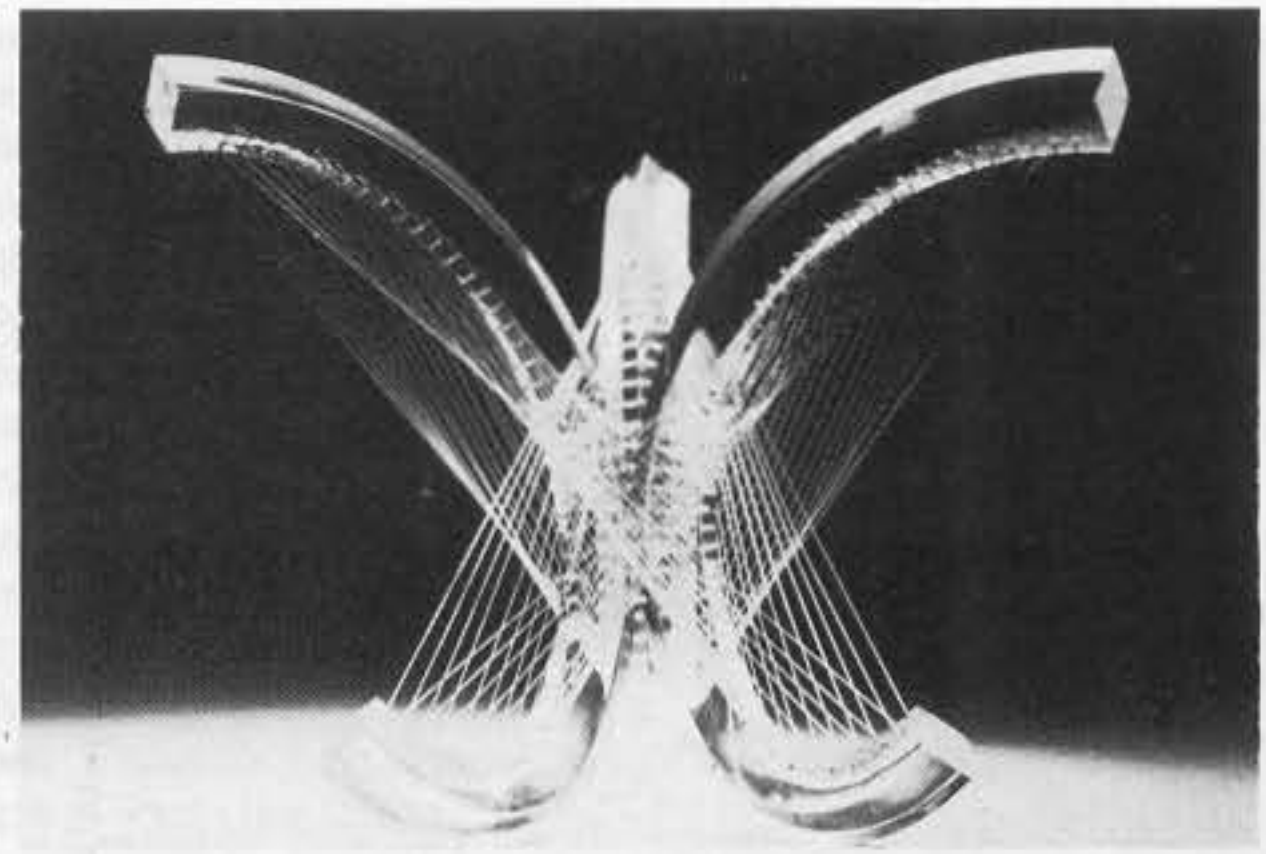


Figura 368. Aquí la estructura ha sido construida con dos marcos cuadrados y cuatro varillas paralelas de conexión, todas del mismo tamaño, perpendiculares a los cuadrados. Dentro de cada figura cuadrada se ha hecho una figura en X, y las líneas enlazadas se desarrollan entre ambas figuras en X.

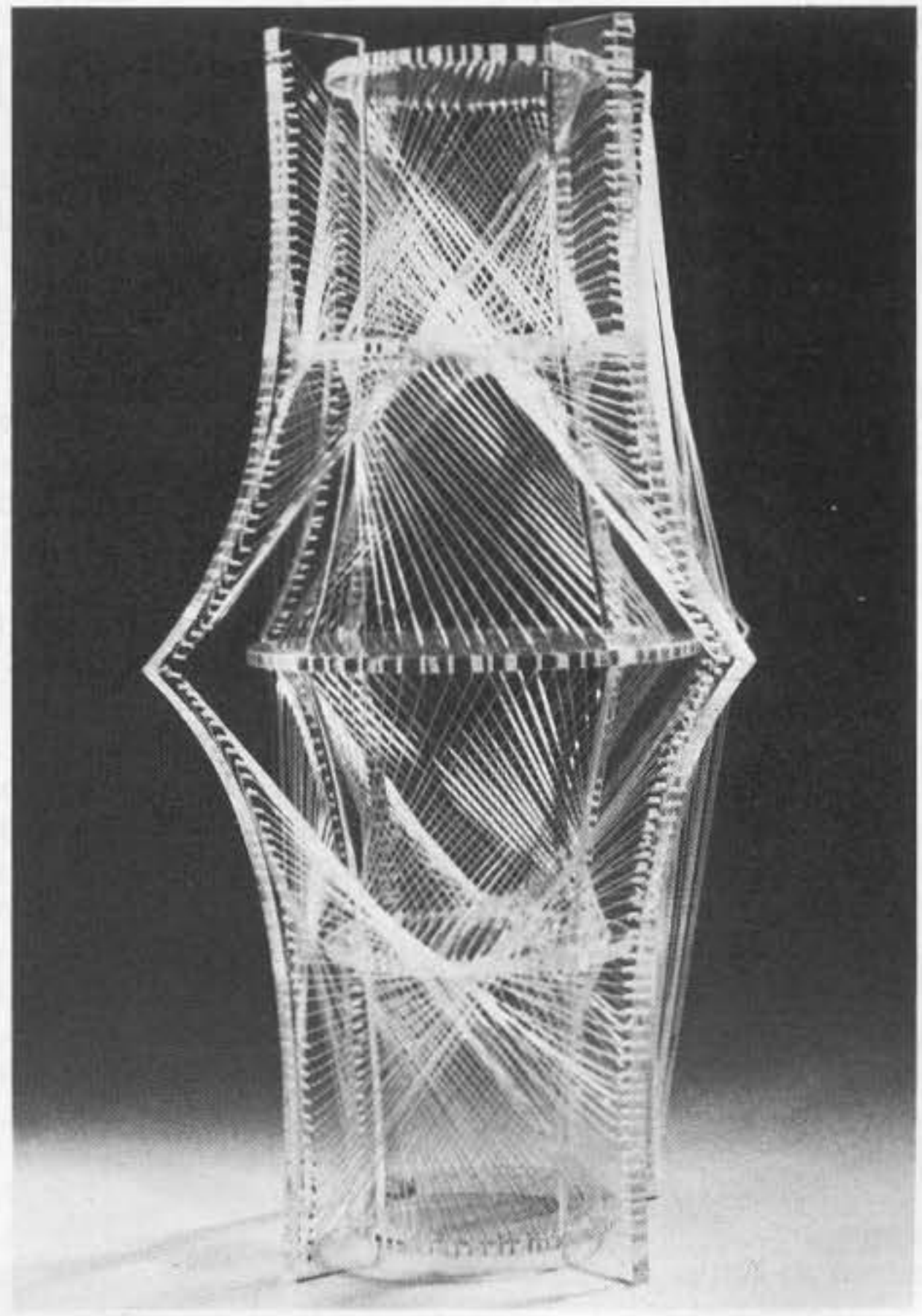
Figura 369. Se han utilizado ocho marcos en triángulo isósceles para esta estructura octaédrica. Se ha agregado una varilla interna entre los dos vértices opuestos, pero se han quitado dos varillas de la estructura exterior. Para las líneas enlazadas se usó hilo de algodón.

Figura 370. La estructura se compone de tres varillas curvilíneas de material plástico. El hilo de nylon está tejido hacia arriba y hacia abajo, formando una interesante red entre las curvas.

Figura 371. En esta estructura se han combinado cuatro figuras planas, de igual dibujo y tamaño, con cinco discos circulares de diversas medidas, todo ello con hojas de acrílico claro. Las líneas enlazadas en hilo de nylon se desarrollan entre los discos circulares, así como entre ellos y las figuras exteriores de soporte.



370



371

372

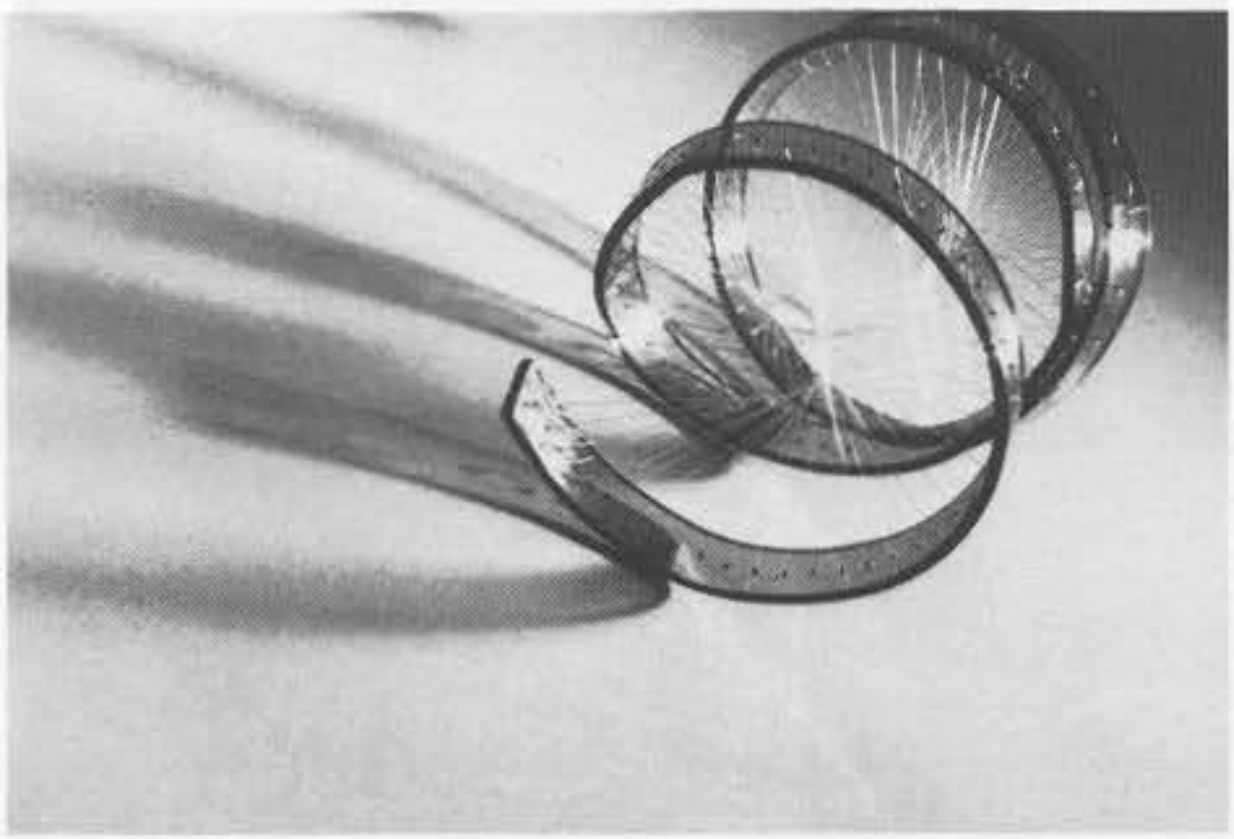


Figura 372. Aquí una banda de material plástico en espiral ha sido utilizada para el desarrollo de líneas enlazadas.

373

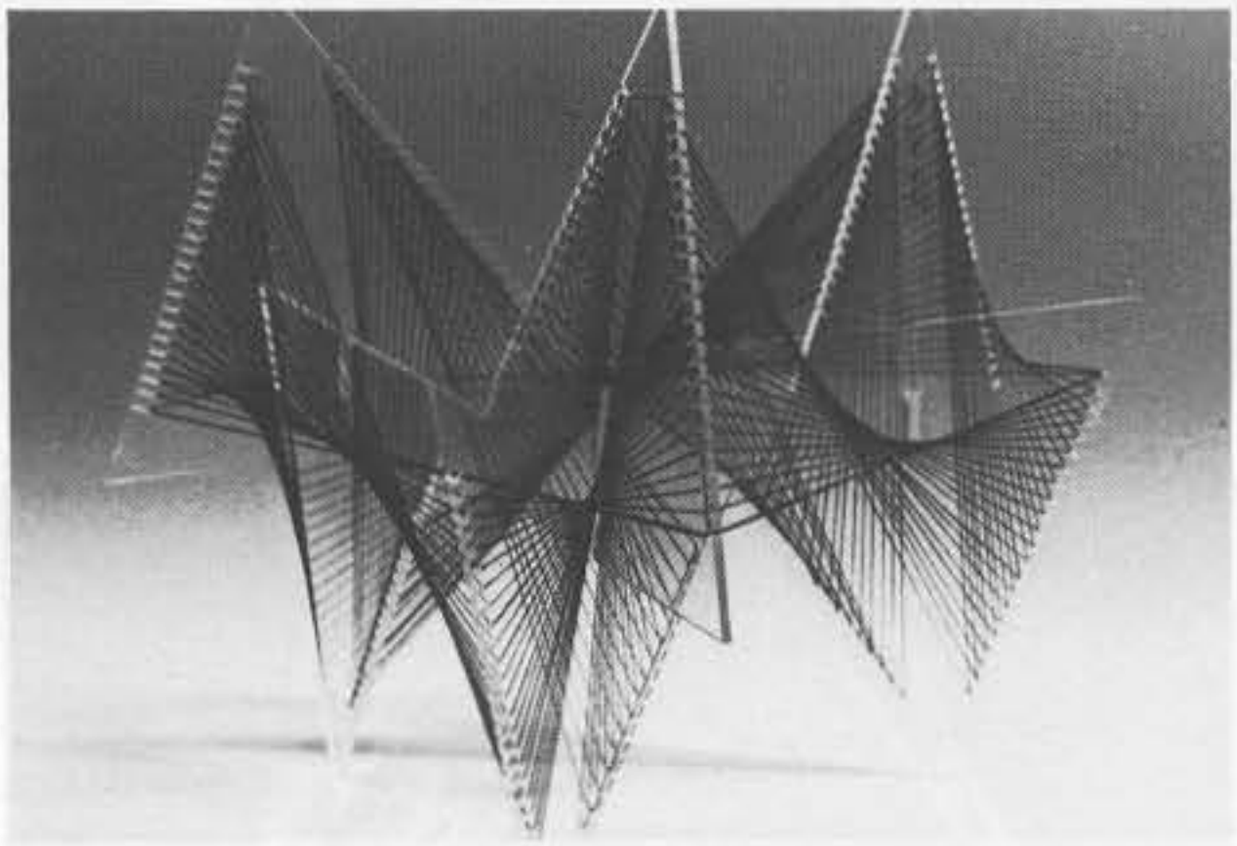


Figura 373. Diversas figuras triangulares, hechas con hojas de acrílico claro, componen esta estructura. El mayor interés del diseño está en las líneas enlazadas, que se destacan notoriamente entre los planos transparentes debido al color oscuro del hilo de algodón.

374

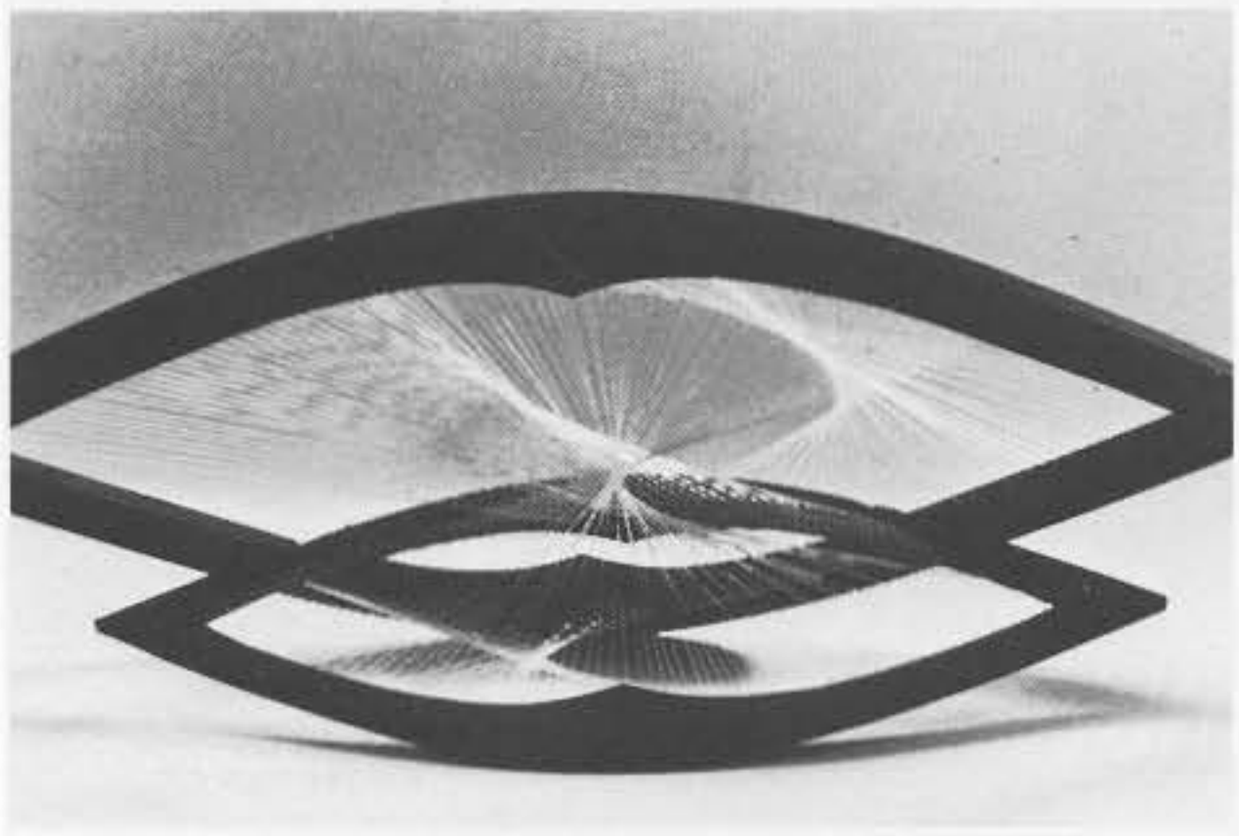


Figura 374. En este diseño, las figuras planas, hechas de hojas de acrílico opaco con color oscuro, son más prominentes que las líneas enlazadas de nylon, las que son transparentes e incoloras. El efecto es el opuesto al de la figura 373.

destaca sus diferencias en uno u otro aspecto, como la forma, el tamaño, el color, la textura, la dirección y la posición.

Contraste, estructura de. Disposición de figuras o formas para conseguir efectos de contraste en dirección, posición, espacio o gravedad a fin de producir una composición informal.

Cuerpo. El plano alargado entre los dos bordes de una línea o el estrecho volumen del interior de un prisma o cilindro.

Dibujo. Formas unitarias que cubren una superficie con estricta regularidad.

Dilatación. Aumento del tamaño de una figura.

Dirección. Orientación de una figura respecto a otras figuras o a un marco de referencia.

División. Partición de una figura en dos o más.

Elementos. Componentes estructurales invisibles o integrantes visibles de una forma, una composición o un diseño. Ver también *Conceptuales, elementos; Constructivos, elementos; Prácticos, elementos; Relativos, elementos; Visuales, elementos.*

Espacial, célula. En el diseño tridimensional, unidad espacial para la construcción de una estructura de columna, hilera, capa o pared.

Espacio. Vacío que hay rodeando las formas y entre ellas. No obstante, las formas también pueden ser consideradas como espacio ocupado y los vacíos, como espacio no ocupado. Ver tambien *Ilusorio, espacio; Negativo, espacio* y *Positivo, espacio.*

Estructura. Manera de disponer las formas en un orden específico. Ver también *Activa, estructura; Centrífuga, estructura; Centrípeta, estructura; Concentración, estructura de; Concéntrica, estructura; Contraste, estructura de; Formal estructura; Gradación, estructura de; Inactiva, estructura; Informal, estructura; Invisible, estructura; Irradiación, estructura de; Pared, estructura de; Poliédrica, estructura; Repetición, estructura de; Semejanza, estructura de; Semiformal, estructura; Visible, estructura.*

Estructural, subdivisión. Célula espacial bi-dimensional formada por líneas estructurales en una estructura.

Estructurales, líneas. Líneas, generalmente invisibles, usadas para construir una estructura y hacer subdivisiones para colocar las formas en una composición.

Extremo. Final de una línea, o parte superior o inferior de un prisma o cilindro colocado verticalmente.

Figura. Características de una línea o plano, o la apariencia de una forma desde un ángulo o distancia determinados. Una figura plana normalmente se define por un contorno y éste se puede rellenar con color, dibujo y/o textura. La figura es el más importante de los elementos visuales. La figura y la forma se usan a veces casi simultáneamente; pero la figura excluye toda referencia al tamaño, el color y la textura, mientras que la forma se acompaña de todos estos elementos. Ver también *Caligráfica, figura; Geométrica, figura; Orgánica, figura.*

Figurativa, forma. Forma que representa algo que existe en nuestro entorno cotidiano.

Física, figura. Forma o contorno positivo, que ocupa espacio.

Fondo. Espacio vacío de detrás de las formas positivas en un diseño bi-dimensional. Las figuras que generalmente se esconden detrás de otras figuras a veces también forman parte del fondo.

Forma. Cualquier entidad visual que comprenda todos los elementos visuales de la figura: tamaño, color y textura, que sugieren o impregnan el plano y/o volumen. Ver también *Abstracta, forma; Artificial, forma; Compuesta, forma; Figurativa, forma; Múltiple, forma; Negativa, forma; Plana, forma; Positiva, forma; Simple, forma; Superunitaria, forma; Unitaria, forma; Verbal, forma.*

Formal, composición. Composición que muestra un orden de estricta regularidad, que implica la existencia de una estructura formal subyacente.

Formal, estructura. Estuctura que efectúa la disposición de formas unitarias para producir una composición formal que muestra algún tipo de regularidad.

Geométrica, figura. Figura compuesta por líneas rectas y segmentos circulares.

Giro. Cambio en la dirección de una forma.

Gradación. Cambio gradual en una serie de formas unitarias en secuencia ordenada. La gradación de forma, tamaño, color, textura, dirección o posición se pueden efectuar separadamente o en combinación.

Gradación, estructura de. Disposición de formas unitarias que aumentan o disminuyen gradualmente la distancia entre ellas en una secuencia ordenada.

Gradación, pauta de. Orden de disposición o distribución de formas unitarias en gradación.

Gradación, trazado de. Manera en que la forma unitaria cambia gradualmente de forma, tamaño, color, dirección y posición.

Gráfico, punto. Forma visible pequeña y compacta.

Gravedad. Pesadez o ligereza de una forma que produce los efectos de inestabilidad y movimiento o estabilidad y equilibrio.

Grosor. Atributo que se da a una línea para ayudar a establecer su anchura.

Ilusorio, espacio. Presencia aparente de volumen y profundidad en un diseño bi-dimensional.

Imagen, plano de. Plano imaginario transparente dentro del marco de referencia que coincide exactamente con la superficie del papel u otro material sobre el que se muestran las figuras y formas. Algunas de las formas y figuras se pueden ver como si estuvieran por encima o por debajo del plano de la imagen debido a los efectos de sobresalir o retroceder en el espacio.

Inactiva, estructura. Estructura que sólo sirve para guiar la colocación de las figuras o formas en una composición.

Informal, composición. Composición con una disposición irregular de las figuras o formas, obtenida con o sin el uso de una estructura informal.

Informal, estructura. Disposición de formas o figuras para obtener un determinado efecto de contraste o concentración, que muestra algún tipo de irregularidad.

Interpenetración. Situación de solape de formas en que el área solapada cambia a forma negativa o tiene un color diferente.

Intersección. Situación de solape de formas en que sólo es visible el área solapada.

Invisible, estructura. Estructura que no muestra líneas estructurales visibles.

Línea. Recorrido trazado por un punto móvil o una serie de puntos, con un principio y un fin, o dos puntos extremos. Una línea conceptual tiene longitud pero no tiene anchura. La línea como forma tiene longitud y anchura. La línea también forma el borde de un plano.

Marco de referencia. Borde que rodea una composición. Puede ser el borde del papel que contiene el diseño o una marco lineal dibujado especialmente que define el área del diseño.

Múltiple, forma. Forma producida con formas unitarias repetidas.

Multiplicación. Creación de múltiples copias de una forma.

Natural, forma. Forma figurativa derivada de un organismo vivo, planta, objeto inanimado o algo que exista en el mundo natural.

Negativa, forma. Figura vacía rodeada por áreas rellenas sólidamente.

Negativo, espacio. Espacio que no está relleno u ocupado.

Orgánica, figura. Figura compuesta por curvas que fluyen con suavidad.

Pared, estructura de. Disposición de formas unitarias tri-dimensionales para erigir un plano orientado verticalmente.

Plana, forma. Superficie que cubre el espacio delimitado por el contorno de una figura. El plano también define los límites externos de un volumen.

Poliédrica, estructura. Estructura tri-dimensional con una disposición regular de vértices, aristas y caras.

Poliedro. Sólido geométrico compuesto por varias caras.

Posición. Colocación de figuras o formas en situaciones específicas dentro del marco de referencia.

Positiva, forma. Forma rellena con color, dibujo y textura y que ocupa espacio.

Positivo, espacio. Espacio ocupado por una figura rellena o una forma positiva.

Prácticos, elementos. Elementos que pertenecen a los aspectos comunicativos y funcionales de un diseño.

Prisma. Estructura tri-dimensional alargada con secciones angulosas.

Profundidad. Ilusión de espacio profundo que retrocede por detrás del plano de la imagen.

Punto. Señal que localiza la posición de toda línea o figura. No tiene longitud ni anchura y no tiene por qué ser visible.

Radiación. Giro de formas unitarias alrededor de un centro común para obtener un efecto radiante.

Radiación, estructura de. Disposición de formas unitarias en giro regular o dilatación concéntrica. Ver también *Centrífuga, estructura; Centrípeta, estructura* y *Concéntrica, estructura.*

Recorrido. línea de unión recta o curva entre puntos. Un recorrido se convierte en línea visible con atributos de grosor y color. Ver también *Abierto, recorrido* y *Cerrado, recorrido.*

Reflexión. Dar la vuelta a una figura para producir su imagen refleja.

Relación, elementos de. Elementos que gobiernan la situación e interrelación entre las formas de una composición.

Relleno. Color, dibujo o textura que ocupa el interior de una figura cuyo contorno está delimitado por un recorrido cerrado.

Repetición. Uso repetido de una forma. La repetición de una forma incluye la repetición de su figura, tamaño, color y textura —así como de su dirección, posición, espacio y gravedad—, pero la repetición puede estar restringida a la figura o a cualquier elemento específico, con variaciones de los otros elementos.

Repetición, estructura de. Disposición de formas todas equidistantes entre sí, tanto vertical como horizontalmente.

Retícula. Líneas llenas o de puntos verticales y horizontales espaciadas regularmente para colocar las formas en una composición. Ver también *Retícula básica*.

Retícula básica. Líneas equidistantes vertical y horizontalmente que forman divisiones cuadradas idénticas en una estructura de repetición.

Semejanza. Relación entre formas que se parecen entre sí por su figura. Las formas semejantes pueden variar en tamaño, color, textura, dirección y posición.

Semejanza, estructura de. Disposición de formas en subdivisiones estructurales semejantes pero no idénticas.

Semiformal, composición. Composición que presenta una estructura formal que contiene alguna irregularidad, o composición que presenta una estructura informal que contiene alguna regularidad en la disposición.

Seriados, planos. Serie de planos dispuestos ordenadamente en una secuencia para sugerir una forma volumétrica.

Simetría. Figura o forma con su imagen refleja en disposición bilateral.

Simple, forma. Forma con componentes completamente integrados que no se pueden distinguir individualmente.

Solape. Situación de formas en que una tapa en parte a la otra.

Subunitaria, forma. Componente repetitiva de una forma unitaria.

Superficie. Parte de plano en el interior del contorno de una figura.

Superunitaria, forma. Grupo de formas unitarias muy o poco relacionadas que se usa repetidamente en una composición.

Sustracción. Situación de solape de una forma negativa sobre una forma positiva, con el efecto de que se ha eliminado una porción de la forma positiva, descubriendo el fondo.

Táctil, textura. Textura que se puede apreciar con la mano.

Tamaño. Dimensiones de una forma, o su magnitud o pequeñez comparativa.

Tangencia. Situación de formas cuyos bordes o vértices están en contacto entre sí sin superponerse.

Tema. Contenido reconocible en una forma figurativa.

Textura. Pequeños trazos o figuras en distribución bastante uniforme que cubren la superficie de una figura. Pueden ser ligeramente irregulares o estrictamente regulares, formando un dibujo. Ver también *Táctil, textura* y *Visual, textura.*

Traslación. Cambio de posición de una figura sin cambiar su dirección.

Unión. Fusión de formas solapantes en una forma mayor.

Unitaria, forma. Forma usada repetidamente en una composición. Ver también *Subunitaria, forma* y *Superunitaria, forma.*

Verbal, forma. Forma basada en el lenguaje escrito, es decir, en caracteres, letras, palabras y números.

Vértice. Convergencia de aristas y caras en una estructura tri-dimensional, que forma un saliente puntiagudo.

Visible, estructura. Estructura con líneas estructurales que tienen atributos de grosor, color y posiblemente también dibujo o estructura.

Visual, textura. Textura que el ojo puede ver, pero que no se puede apreciar con la mano.

Visuales, elementos. Características visibles que contribuyen a la apariencia de una forma.

Volumen. Espacio tri-dimensional delimitado por planos.

Colección GG DISEÑO

Otl Aicher / Martin Krampen — **Sistemas de signos en la comunicación visual**
Manual para diseñadores, arquitectos, planificadores y analistas de sistemas

Otl Aicher — **El mundo como proyecto**

Bernhard E. Bürdek — **Diseño**
Historia, teoría y práctica del diseño industrial

Norberto Chaves — **La imagen corporativa**
Teoría y metodología de la identificación institucional

D.A. Dondis — **La sintaxis de la imagen**
Introducción al alfabeto visual

Adrian Frutiger — **Signos, símbolos, marcas, señales**

Armin Hofmann — **Manual de diseño gráfico**
Formas, síntesis, aplicaciones

Herald Küppers — **Fundamentos de la teoría de los colores**

Tomás Maldonado — **El diseño industrial reconsiderado**

Josef Müller Brockmann — **Historia de la comunicación visual**

Bruno Munari — **¿Cómo nacen los objetos?**
Apuntes para una metodología proyectual

Bruno Munari — **Diseño y comunicación visual**
Contribución a una metodología didáctica

Wucius Wong — **Fundamentos del diseño**

Wucius Wong — **Principios del diseño en color**
Diseñar con colores electrónicos

Otros libros de interés:

Los carteles. Su historia y su lenguaje
J. Barnicoat. 280 págs., 21 × 15 cm

Tipografía del siglo XX. Remix
L. Blackwell. 192 págs., 28 × 21,5 cm

Como combinar y elegir colores para el diseño gráfico
N. Clark. 600 muestras de color, 28,6 × 17 cm

Diccionario de símbolos
J. C. Cooper. 208 págs., 24 × 17 cm

Ratón, ratón... Introducción al diseño gráfico asistido por ordenador
E. Fuenmayor. 156 págs., 22 × 22 cm

Manual de imagen corporativa
AA. VV. 220 págs., 34 × 25 cm

Recetario diseño gráfico
L. Koren / R. W. Meckler. 144 págs., 21 × 15 cm

Enciclopedia de signos y símbolos
J. Laing / D. Wire. 304 págs., 30 × 23 cm

Nuevo diseño de revistas
J. Leslie. 176 págs., 29 × 23,5 cm

El ABC de △ □ ○: La Bauhaus y la teoría del diseño
E. Lupton / J. A. Miller. 64 págs., 27,5 × 21 cm

El pentágono
A. Montu. 96 págs., 24 × 17 cm

El triángulo
B. Munari. 112 págs., 24 × 17 cm

El cuadrado
B. Munari. 160 págs., 24 × 17 cm

Imagen corporativa internacional
W. Olins. 192 págs., 29 × 24 cm

Dibujo y comunicación gráfica
R. Puente. 100 págs., 21 × 16 cm

Diseño básico. Dinámica de la forma visual en las artes plásticas
M. Sausmarez. 118 págs., 24 × 17 cm

Gráfica del entorno. Signos, señales y rótulos. Técnicas y materiales
M. Sims. 178 págs., 30 × 21 cm

Infográfica. Soluciones innovadoras en el diseño contemporáneo
P. Wildbur / M. Burke. 176 págs., 25,5 × 21,5 cm

Del diseño
Y. Zimmermann. 172 págs., 20 × 13 cm